



MANUEL DE PRÉSERVATION DES BOIS EN CLIMAT TROPICAL

par

G. DÉON

Ingénieur agronome I.N.A.
Chef de la Division de Préservation des bois
au Centre Technique Forestier Tropical

2ème édition

Centre Technique Forestier Tropical
Département du CIRAD
45 bis, Avenue de la Belle-Gabrielle
94736 NOGENT-SUR-MARNE CEDEX - FRANCE

1986

MANUEL DE PRÉSERVATION DES BOIS EN CLIMAT TROPICAL

par

G. DÉON

Ingénieur agronome I.N.A.
Chef de la Division de Préservation des bois
au Centre Technique Forestier Tropical

2ème édition

Centre Technique Forestier Tropical
Département du CIRAD
45 bis, Avenue de la Belle-Gabrielle
94736 NOGENT-SUR-MARNE CEDEX - FRANCE

1986

© G. DÉON - *Centre Technique Forestier Tropical Éditeur* - 1978

Toute imitation, copie, traduction, reproduction, même partielle, de cet ouvrage est interdite, quel que soit le procédé employé, sans autorisation expresse de l'éditeur.

SOMMAIRE

	Pages
INTRODUCTION	V
CHAPITRE I. – PROTECTION DES BILLES.	1
1. Les attaques d'insectes et de champignons	1
11. Les attaques d'insectes	1
111. Description des attaques et des dégâts causés	1
112. Facteurs favorisant les attaques de Platypes et de Scolytes	4
112.1. Influence de la saison	5
112.2. Influence de l'écorçage	5
112.3. Influence de l'âge du chantier.	5
112.4. Influence du flottage	5
12. Les attaques de champignons	5
121. Les champignons de discoloration	5
122. Les «champignons destructeurs» des bois frais	6
13. Conclusion	6
14. Résumé	7
2. Principes généraux et règles de traitement pour la protection des billes.	8
21. Mesures d'hygiène générale des chantiers et d'évacuation rapide	8
211. Débardage immédiat possible	8
212. Débardage immédiat impossible.	9
22. Protection chimique	9
221. Qu'est-ce qu'un bon produit de préservation des billes ?	9
222. Comment appliquer un produit de protection des billes ?	10
223. Quand traiter les billes ?	11
23. Conclusion	13
24. Résumé	13
CHAPITRE II. – PROTECTION TEMPORAIRE DES SCIAGES FRAIS ET DES PLACAGES DÉROULÉS	15
1. Les attaques d'insectes et de champignons	15
11. Les attaques d'insectes	15
12. Les attaques de champignons	15
2. Le traitement des sciages frais et des placages déroulés	15
21. Traitement des sciages frais	15
211. Le séchage.	18
211.1. Le séchage artificiel	18
211.2. Le séchage naturel	18
212. Le traitement chimique des sciages frais	19
212.1. Qualités que doit avoir un produit de protection des sciages frais.	19
212.2. Méthodes d'application des produits	20
213. Limites actuelles des possibilités de traitement efficace des sciages.	20
22. Traitement des placages déroulés.	20
221. Qualités que doit avoir un produit de protection temporaire des placages déroulés	21
222. Quelles méthodes de traitement utiliser ?	23
223. État actuel de la préservation des déroulages	23
23. Conclusion	23
24. Résumé	25

CHAPITRE III. – PROTECTION DES BOIS AVANT MISE EN OEUVRE.	27
1. Les agents de détérioration des bois mis en œuvre.	28
11. Les champignons	28
12. Les termites	30
13. Les autres insectes des bois secs.	32
14. Les foreurs marins	32
15. Conclusion	35
16. Résumé	35
2. La durabilité naturelle du bois	36
21. Bois mis en œuvre au contact du sol et soumis aux intempéries	36
22. Bois mis en œuvre, isolé du sol mais exposé aux intempéries	38
23. Bois mis en œuvre sous abri, mais au contact permanent d'une source d'humidité	38
24. Bois mis en œuvre isolé du sol et à l'abri de tout risque de réhumidification.	38
25. Bois immergé dans l'eau douce	38
26. Bois immergé en eau salée ou saumâtre.	40
27. Résumé	40
3. Préservation des bois avant mise en œuvre.	41
31. Les produits de préservation du bois mis en œuvre	41
311. Qualités que doit avoir un produit de préservation du bois	49
312. Les différents types de produits de préservation	49
312.1. Les produits huileux naturels	49
312.2. Les produits de synthèse en solution organique	50
312.3. Les produits de synthèse hydrodispersables.	51
312.4. Les produits salins	51
313. Conclusion	52
314. Résumé	52
32. Les procédés de traitement.	53
321. Les traitements faisant intervenir le vide et la pression	54
321.1. Le procédé à cellules pleines	55
321.2. Le procédé Rüping.	55
321.3. Le procédé Lowry	59
321.4. Le procédé double vide	60
322. Les traitements par trempage	60
322.1. Trempage en solution organique	61
322.2. Trempage en solution aqueuse	62
323. Les traitements par aspersion et badigeonnage	65
323.1. L'aspersion en tunnel	65
323.2. Le badigeonnage	65
324. Les traitements par déplacement de sève	66
324.1. Principe et généralités	66
324.2. Le procédé « Boucherie »	67
324.3. Traitement par trempage à froid de perches et piquets en sève	70
33. Conclusion	71
34. Résumé	73
4. L'imprégnabilité du bois	73
5. Protection des bois de construction	74
51. Risques d'attaque par les champignons	74
52. Risques d'attaque par les insectes	76
53. Méthodes préventives de protection des bois de construction	76
531. Des mesures architecturales	76
532. Des mesures de protection des bois	76
54. Résumé	81
6. Protection des bois équarris mis en œuvre au contact du sol	81
7. Protection des bois ronds.	86
71. Protection des poteaux	86

711. Les agents de détérioration des poteaux	87
712. Comment envisager la fourniture de poteaux dans les pays tropicaux ?	88
713. Comment envisager la protection chimique des poteaux ?	90
713.1. Le procédé d'imprégnation par déplacement de sève	90
713.2. L'injection sous pression en autoclave (procédé Béthell)	91
714. Conclusion	93
715. Résumé	94
72. Protection des piquets, perches et autres petits bois ronds	95
721. Le traitement par injection sous pression.	96
722. Le traitement par déplacement de sève	96
723. Le traitement par remplacement de sève (ou trempage long dans des solutions de produits salins)	99
724. Le traitement en autoclave rustique	99
724.1. Description de l'appareillage.	99
724.2. Conduite du traitement.	102
724.3. Résultats obtenus.	102
725. Conclusion	102
726. Résumé	102
8. Protection des panneaux contreplaqués	103
81. Emplois dans lesquels le panneau est à l'abri de tout risque de réhumidification	103
82. Emplois pour lesquels le contreplaqué peut être soumis à des réhumidifications accidentelles et de courte durée	105
83. Emplois pour lesquels le panneau est soumis à certaines réhumidifications périodiques inévitables	105
84. Conclusion	105
85. Résumé	106
9. Protection des bois en milieu marin	106
91. Protection des ouvrages fixes	107
92. Protection des coques de bateaux	107
93. Résumé	108
CONCLUSION	109
BIBLIOGRAPHIE	111
INDEX DES BOIS CITÉS	115

INTRODUCTION

Cet ouvrage s'adresse à tous ceux qui veulent utiliser ce matériau encore trop méconnu qu'est le bois, et qui désirent le mettre en œuvre dans les conditions techniquement et économiquement les meilleures.

Dans cette réédition, le plan général n'a pas changé par rapport à l'édition de 1978. C'est ainsi que les différents aspects de la conservation du bois ont été abordés logiquement, c'est-à-dire en « suivant » le bois depuis l'abattage en forêt ou dans les plantations jusqu'à son utilisation finale, en passant par les stades successifs de sa transformation (sciage, déroulage, principalement).

En effet, comme l'écrit l'Association Française pour la Préservation du Bois* (citation) :

« Une personne non avertie pourrait penser que les problèmes de conservation et de préservation du bois ne se posent qu'au niveau de sa mise en œuvre, ce qui sous-entendrait que le bois est arrivé jusqu'à ce stade sans encombre et sans risque.

Certes, c'est bien à ce stade que doivent se situer nos préoccupations les plus vives, puisqu'il s'agit alors de prendre des mesures de conservation correspondant généralement à des durées de service se chiffrant en décennies. Mais encore faut-il que l'industriel, l'artisan, voire le bricoleur du dimanche, aient entre les mains un matériau sain, non déjà endommagé ou contaminé au gré des péripéties qu'il connaît le long du chemin le conduisant de l'arbre à la machine ou à l'établi.

Dès que l'arbre est abattu, des altérations spécifiques aux bois frais menacent certaines essences (échauffures, bleuissement, piqûres noires...) et peuvent prendre une grande extension dans les billes et dans les débits tant que l'humidité du bois le maintient vulnérable.

On voit donc que, pour certains bois, c'est dès le départ qu'il faut se soucier de mesures appropriées telles que le choix des saisons d'abattage, la rapidité de vidange des chantiers, les conditions de stockage, la préservation chimique, la rapidité de débit, le séchage, etc. Il s'agit, à vrai dire, d'un ensemble de mesures combinées et successives constituant une chaîne au long de laquelle chacun, comme dans une course de relais, doit à la fois faire le meilleur parcours et bien passer le témoin.

Ainsi, chacun a-t-il un rôle à jouer, en parfaite connaissance et en toute responsabilité, de l'exploitant forestier au scieur, du scieur au charpentier ou au menuisier, du concepteur à l'architecte, du négociant à l'entrepreneur et jusqu'à l'utilisateur dont le rôle au niveau des opérations d'entretien ne doit jamais être sous-estimé.

Qui dit chaîne dit liaison et il est clair que ce n'est qu'en étant pleinement informé de ce qui se fait en amont et en aval de lui que chacun pourra d'autant mieux comprendre la part qui lui incombe et, ainsi, mieux la remplir» (fin de citation).

Par rapport à l'édition de 1978, un certain nombre d'ajouts ont été effectués. En particulier :

- la liste des essences citées couvre maintenant l'Afrique, l'Amérique du Sud et le Sud-est asiatique
- les nouveautés en matière de produits ont été mentionnées.

Nous avons essayé de rendre cet ouvrage, qui ne se veut qu'un manuel de vulgarisation, simple, facile à lire et, dans une certaine mesure, attrayant; nous avons ainsi exclu volontairement les termes techniques trop ardues et les théories scientifiques trop poussées. Les expressions typiques, très souvent employées dans le domaine de la protection des bois, ont été introduites aussi simplement que possible au fur et à mesure du développement.

Chaque chapitre comprend, généralement, une partie théorique, c'est-à-dire l'analyse du problème étudié, une partie pratique exposant les méthodes employées pour le résoudre et une brève conclusion.

Enfin, le lecteur désireux d'avoir un aperçu succinct de chaque problème pourra trouver, à la fin de chaque chapitre, un résumé.

Nous espérons que ce manuel contribuera au développement d'une utilisation rationnelle du matériau bois dans les pays tropicaux. C'est dans cette seule optique que nous l'avons écrit.

L'auteur

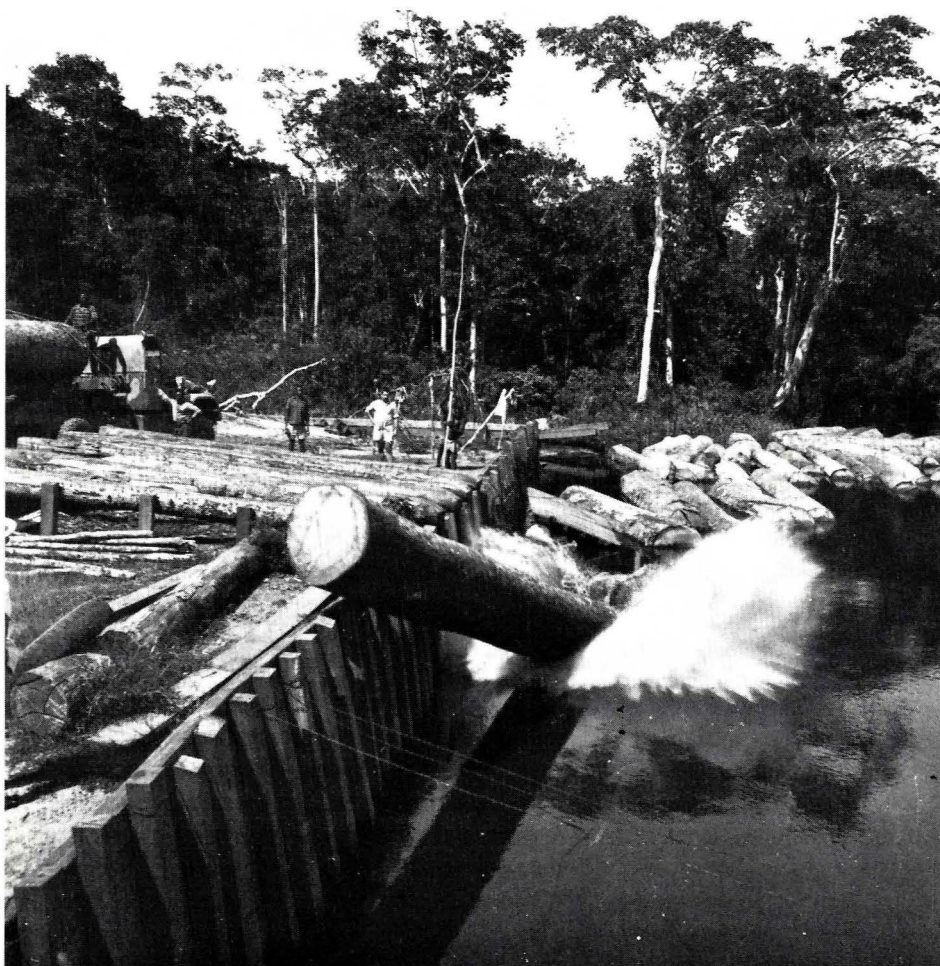
* A. F. P. B. « Préserver le bois - Pourquoi ? Quand ? Comment ? » - 1981.

Chapitre I

PROTECTION DES BILLES

1. LES ATTAQUES D'INSECTES ET DE CHAMPIGNONS

Un arbre sur pied possède une teneur en eau (ou humidité naturelle) élevée. Après abattage, et pendant un certain temps, il contient encore beaucoup d'eau : on dit que le bois est frais. Cette humidité élevée, ainsi que d'autres facteurs dont la description n'est pas indispensable à la bonne compréhension de ce qui suit, rendent le bois particulièrement vulnérable aux attaques de certains insectes et champignons.

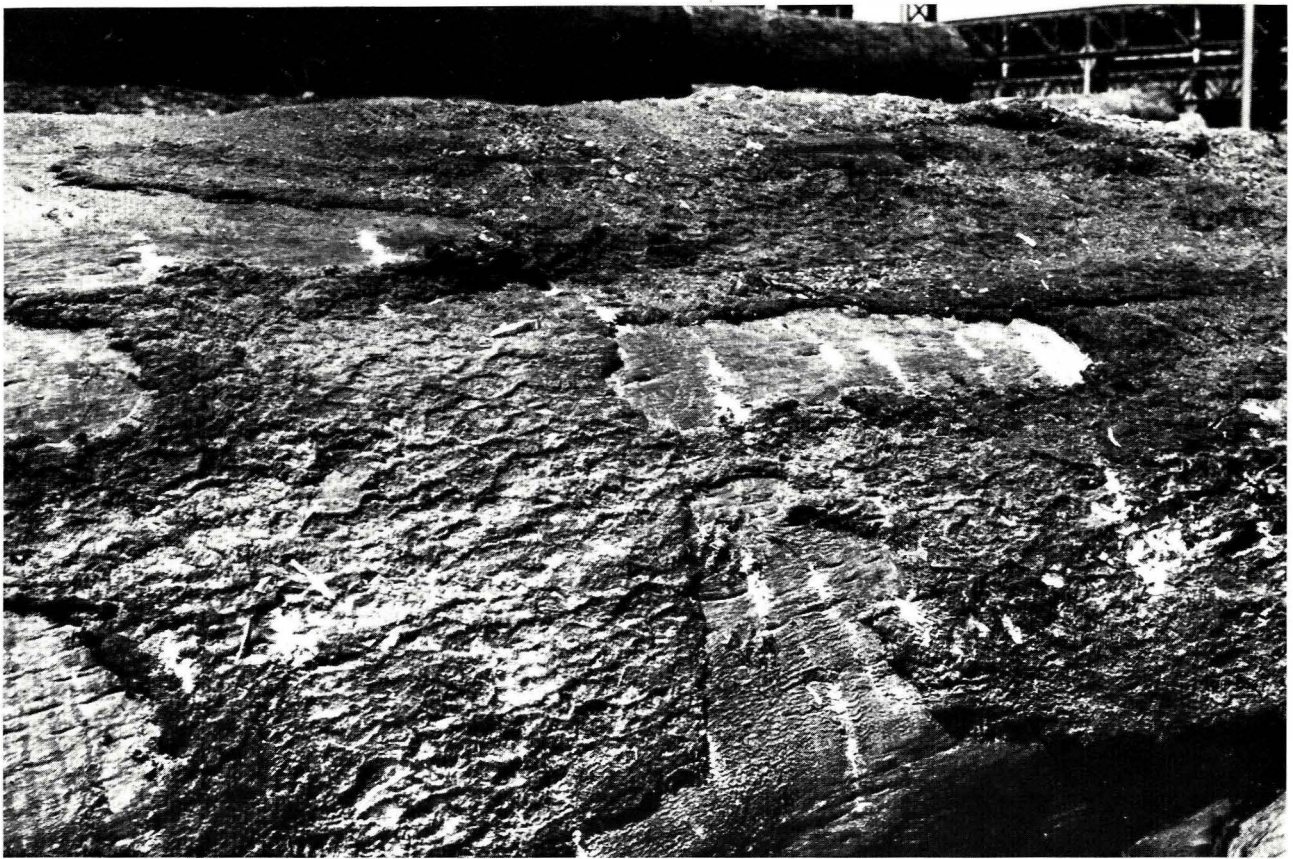


Mise à l'eau d'une bille de Sapelli en République Centrafricaine (Photo Le Ray)

11. LES ATTAQUES D'INSECTES

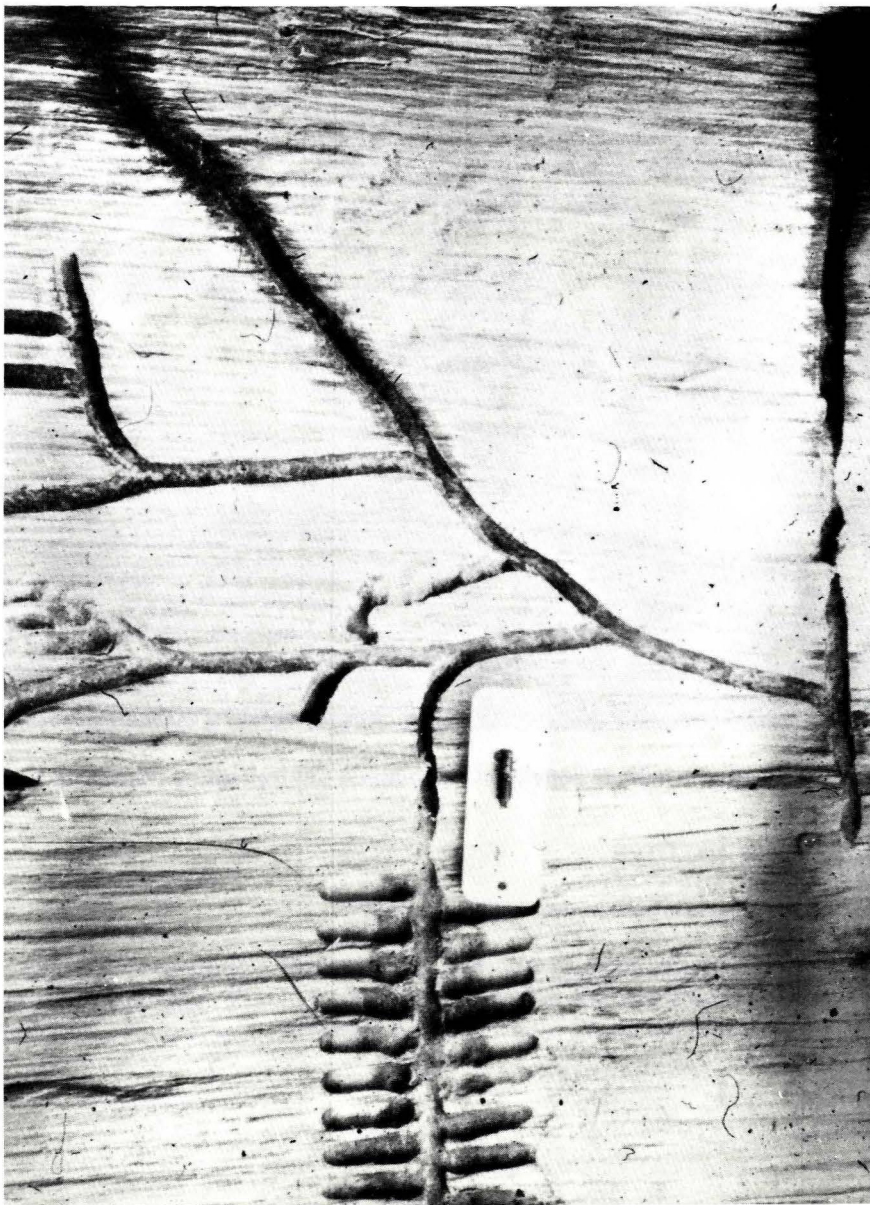
111. Description des attaques et des dégâts causés

Les insectes attaquant les billes en forêt tropicale appartiennent à plusieurs types, mais les insectes les plus néfastes, c'est-à-dire dont les dégâts ont, sur le plan économique, le plus de conséquences, sont les Platypes et les Scolytes que l'on désigne plus communément sous le nom « d'insectes de piqûre noire » ou « vrillettes ».



Piqûres noires (Platypes et Scolytes). Remarquer les petits tas de sciure, surtout sur les zones écorcées (Photo Fougerousse)

Galleries de Platypes (Photo Fougerousse)



Ils creusent des galeries cylindriques plus ou moins ramifiées, de 0,5 à 3 mm de diamètre, qui sont parfois très profondes au point d'atteindre le cœur même de la bille, et très nombreuses (400 à 500 piqûres par mètre carré).

Ces galeries présentent généralement une auréole noirâtre. En effet, les Platypes et les Scolytes ne se nourrissent pas du bois lui-même, mais essentiellement de champignons spécifiques qu'ils déposent sur les parois des galeries où ils se développent d'une manière caractéristique, donnant aux piqûres un aspect bien particulier. Les galeries sont toujours vides de « sciures », car ces dernières sont rejetées à l'extérieur au fur et à mesure du perçement. Selon les espèces d'insectes considérées, les sciures rejetées se présentent, à l'emplacement de chaque orifice, sous l'aspect de petits boudins dressés ou de petits tas.

Généralement, les attaques de Platypes et de Scolytes suivent très rapidement la chute de l'arbre. Elles peuvent intervenir sur toute la surface de la bille (sections et roulant), mais leur intensité et leur gravité sont maximales sur le demi-roulant inférieur et à la limite des zones où l'écorce a été arrachée ou blessée.

Les dégâts causés sont surtout d'ordre esthétique, particulièrement sur les bois destinés à certaines utilisations : les contreplaqués (une piqûre peut se retrouver à chaque tour de dérouleuse sur un nombre important de feuilles), l'ameublement, l'ébénisterie fine, et tous les emplois où le bois est apparent et doit être décoratif.

Il est bien évident que les dégâts causés n'ont aucune importance, par exemple, sur des billes destinées à fournir des traverses de chemin de fer ou des bois de grosse charpente, car ces piqûres ne réduisent pas les propriétés mécaniques du matériau-bois.



Déroulages d'Obeche gravement altérés par des Platypes (piqûres noires) (Photo Fougerousse)



Les conditions de transport, notamment le flottage des billes, exigent de la part des produits employés pour leur protection une excellente tenue aux agents d'usure physique (Photo Fougerousse)

Remarque.— Les Platypes et les Scolytes ne sont pas les seuls insectes capables d'attaquer des billes en forêt. D'autres insectes peuvent se rencontrer sur les grumes; les principaux étant des Bostryches et des Cérambycides.

Les Bostryches sont en majorité des insectes qui attaquent les bois secs, mais certaines espèces attaquent les billes en forêt. Ces insectes se nourrissent de l'amidon du bois et, de ce fait, pour la majorité des essences, les attaques sont limitées à l'aubier qui, seul, contient de l'amidon. Pour d'autres cependant, dont tout le bois peut contenir de l'amidon (Obeche, Limba, Ilomba, Fuma, Onzabili...) les attaques peuvent s'étendre à tout le volume de la bille.

Les attaques de Cérambycides ne se produisent qu'après quelque temps de séjour des billes en forêt. Les dégâts sont généralement très superficiels et n'ont pratiquement aucune importance sur la valeur commerciale du bois.

112. Facteurs favorisant les attaques de Platypes et de Scolytes

Chaque essence possède à l'égard de ces insectes une résistance plus ou moins grande, mais aucune n'est totalement à l'abri des attaques de Platypes ou de Scolytes. Cependant, si les dégâts causés sur des essences comme l'Iroko ou l'Azobé sont assez réduits, ceux observés sur des bois comme l'Ilomba, le Limba, le Fuma, l'Obeche, et d'une manière générale les bois clairs, peuvent être très importants si des mesures de protection, telles qu'elles seront décrites ultérieurement, ne sont pas prises.

La résistance, plus ou moins élevée des différentes essences aux attaques des insectes de piqûre noire, est probablement liée :

- à des facteurs spécifiques d'attraction chimique qui déterminent l'intensité des piqûres, c'est-à-dire leur nombre par unité de surface
- à la dureté du bois qui influe sans doute sur la vitesse de pénétration, donc pour un temps donné, sur la gravité globale de l'attaque.

En tout état de cause, pour une essence donnée, l'expérience a montré que les attaques qu'elle doit redouter, à l'état frais, dépendent de nombreux facteurs, dont la connaissance facilite grandement la pratique de la préservation :

112.1. Influence de la saison

Tous les exploitants forestiers ont remarqué, depuis longtemps, que les billes fraîchement abattues sont attaquées beaucoup plus vite et beaucoup plus intensément en début et en fin de saison des pluies qu'en pleine saison sèche ou en pleine saison des pluies.

112.2. Influence de l'écorçage

En règle générale, l'écorçage augmente nettement à la fois la rapidité des attaques et leur nombre. L'écorce, quand elle est intacte, constitue chez certaines essences une barrière très difficile à franchir, apportant ainsi une protection naturelle intéressante et il y a lieu de la conserver dans toute la mesure du possible. Encore faut-il, pour que l'écorce assure au mieux son rôle de protection, qu'elle n'ait pas été abîmée ou soulevée au cours des opérations forestières, et en particulier au cours du débardage.

112.3. Influence de l'âge du chantier

Il semble que l'âge du chantier d'exploitation ait une influence sur la rapidité et l'intensité des attaques. Ceci paraît logique, car, sur un vieux chantier, les bois abattus, les déchets végétaux, les vieilles souches, les vieilles branches, qui sont autant de foyers d'infestation, sont plus nombreux que sur un chantier récent.

112.4. Influence du flottage

Lorsque les billes sont évacuées par flottage, il est évident que la partie se trouvant dans l'eau est à l'abri des attaques mais que la partie hors de l'eau ne l'est pas; au contraire, il semble qu'elle soit particulièrement sensibilisée aux attaques d'insectes, notamment dans la zone se trouvant immédiatement au-dessus du niveau de l'eau, zone qui, selon les mouvements du radeau, est successivement mouillée puis séchée.

12. LES ATTAQUES DE CHAMPIGNONS

Les attaques de champignons, bien que se traduisant, tout au moins dans leur phase initiale, par des symptômes externes moins manifestes que dans le cas des insectes, n'en sont pas moins graves. Les champignons spécialisés dans l'attaque des bois frais peuvent se classer en deux catégories, les champignons de « **discoloration** » d'une part, les champignons « **destructeurs** » d'autre part.

121 Les champignons de discoloration : ils sont liés aux bois frais qui présentent, seuls, les conditions d'humidité requises et possèdent les matières nutritives nécessaires à leur développement. Ils n'attaquent que peu les parois cellulaires du bois, passant d'une cellule à l'autre par les voies naturelles de passage que constituent les ponctuations, progressant dans le bois, soit longitudinalement par les vaisseaux, soit radialement par les rayons en se nourrissant des contenus cellulaires tels que l'amidon. Ceci explique que les attaques sont limitées aux aubiers des essences à bois parfait différencié, mais peuvent se produire dans tout le volume du bois lorsque l'aubier et le duramen ne sont pas discernables.

La coloration la plus fréquente est le **bleuissement**, ainsi appelé parce que le champignon de coloration responsable donne au bois une teinte bleue plus ou moins intense. Mais il existe d'autres types de coloration : un des plus connus est la « **queue de vache** » qui se produit sur l'Ilomba. Ce bois, lorsqu'il est sain est, à l'état frais, presque blanc. La discoloration dite « queue de vache » donne au bois une coloration brun violacé et présente le double inconvénient d'être un dommage d'ordre esthétique et de pouvoir s'étendre à un volume important de la bille. Cette modification de couleur est due à l'action de plusieurs champignons de discoloration, alors que le bleuissement n'est dû qu'à un seul champignon.

En général, l'infestation se produit extrêmement rapidement sur les sections des billes et toutes les parties de bois mises à nu (souvent moins de 24 heures après l'abattage). La vitesse de pénétration de la « queue de vache » à partir des sections a pu être évaluée à 2 cm par jour et, malheureusement, il est impossible de déceler le début de l'infestation, les spores des champignons responsables étant invisibles à l'œil nu.



Pénétration fongique longitudinale sur un billon d'Ilomba non traité, après 15 jours d'exposition en forêt (Photo Déon)

Les dommages causés par les champignons de discoloration sont uniquement d'ordre esthétique au même titre que les piqûres de *Platypes* et de *Scolytes* et, là encore, ils présentent davantage d'inconvénients pour les bois destinés au déroulage que pour les bois de menuiserie non apparente.

122. Les «champignons destructeurs» des bois frais

Contrairement aux champignons de discoloration décrits précédemment, les champignons destructeurs des bois frais, que l'on appelle aussi champignons lignivores, se nourrissent aux dépens de certains constituants majeurs du bois. Outre l'aspect du bois, qui s'en trouve parfois gravement modifié, ses propriétés physiques et mécaniques le sont aussi.

Là encore, l'attaque de ces champignons suit de très près l'abattage de l'arbre. Mais alors que le développement des champignons de discoloration cesse définitivement quand le bois a atteint un état de siccité suffisant, certains des «champignons destructeurs» des bois frais sont assez résistants à la dessiccation et sont susceptibles de reprendre une certaine activité dans du bois qui, ayant séché, se retrouve accidentellement réhumidifié.

13. CONCLUSION

Les paragraphes qui précèdent ont décrit d'une manière rapide et simplifiée les différents types d'attaques auxquels risquaient d'être soumises les grumes après leur abattage. Il faut avoir visité certains chantiers forestiers ou parcouru certains parcs à bois pour prendre réellement conscience du problème et se persuader que si l'exploitation forestière de nombreuses essences tropicales s'effectue sans que soit prise aucune mesure de protection des grumes, il en résultera des dépréciations graves du bois, économiquement et techniquement inacceptables.



Bille d'Ilomba altérée par les champignons, à partir du roulant (Photo Mariaux)

14. RÉSUMÉ

Les billes après abattage risquent d'être attaquées, parfois fortement, par des insectes et des champignons. Les insectes les plus importants sont les Platypes et les Scolytes, appelés généralement «insectes de piqûre noire» ou «vrillettes». Les champignons qui attaquent les grumes en forêt peuvent être classés en deux catégories bien distinctes : les champignons de discoloration et les champignons destructeurs (ou lignivores).

Les attaques, aussi bien de ces insectes que de ces champignons, sont très rapides et, parfois, intenses, puisque pouvant commencer dans la journée suivant l'abattage et, pour certaines essences, se propager ensuite dans une grande partie de la bille. Les dégâts sont généralement d'ordre esthétique, (perforations d'insectes, colorations plus ou moins prononcées du bois...) mais peuvent être encore plus graves si entrent en jeu des champignons destructeurs du bois.

Les différentes essences possèdent, à l'égard des insectes et des champignons attaquant le bois frais, des résistances variables. En règle générale, l'aubier est plus sensible aux attaques que le bois parfait. Pour certaines essences dans lesquelles il n'y a pas de distinction nette entre l'aubier et le cœur (exemple : Ilomba, Limba, Obeche, Ramin, Virola, ...) toute la masse du bois présente la même sensibilité aux attaques.

Dans l'absolu, certaines conditions peuvent favoriser les attaques :

- les intersaisons apparaissent plus favorables,
- une écorce arrachée, soulevée ou blessée au cours des opérations forestières laisse des brèches par lesquelles s'engouffrent les champignons et les insectes,

- un vieux chantier est plus contaminé qu'un chantier récemment ouvert et les risques d'attaque y sont plus grands,
- le flottage augmente la sensibilité aux piqûres d'insectes.

Remarque. — Nous n'avons envisagé, jusqu'à présent, que les attaques dues à des insectes ou des champignons. Il ne faut pas passer sous silence les altérations dues à des causes physiques. Ces altérations sont de deux types que l'on a trop souvent tendance à confondre : les gerces et les fentes.

- Les **gerces**, ou fentes de dessiccation, sont dues au fait que les humidités des différentes parties de la bille n'évoluent pas avec la même vitesse, les couches superficielles séchant plus vite que les couches profondes. Ces fendillements ne sont pas graves dans la mesure où, n'intéressant que la partie superficielle des sections, ils ne changent pas les propriétés physiques et mécaniques du bois et ne causent aucune perte appréciable lors du débitage. Par contre, ils peuvent constituer des voies de pénétration aux spores de champignons et favoriser l'infestation fongique. Il existe des produits qui, appliqués sur les sections des billes*, retardent la formation des gerces.

- les **fentes**, elles, résultent de tensions internes, dites contraintes de croissance, équilibrées dans l'arbre sur pied et brutalement libérées à l'abattage et au tronçonnage. Les fentes peuvent être très graves et, à l'heure actuelle, l'exploitant forestier n'a pratiquement aucun moyen pour empêcher leur formation, puisque n'ayant à sa disposition que des moyens réduits (esses en particulier) pour limiter leur extension.

2. PRINCIPES GÉNÉRAUX ET RÈGLES DE TRAITEMENT POUR LA PROTECTION DES BILLES

Lorsque l'on aborde le problème de la protection des billes, il faut toujours avoir à l'esprit le pourquoi et le comment des choses, c'est-à-dire penser à ce que l'on fait et savoir pourquoi l'on opère de telle ou telle façon. Il ne faut absolument pas se fixer un plan de travail bien déterminé, valable pour tous les chantiers forestiers, pour tous les moyens d'évacuation, pour toutes les essences... Il est seulement nécessaire de savoir une chose essentielle :

L'exploitant forestier peut lutter efficacement contre les attaques d'insectes et de champignons en prenant des mesures préventives : hygiène générale des chantiers et des parcs de stockage, évacuation rapide des billes du milieu très infesté que constitue la forêt tropicale et traitement chimique des grumes.

21. MESURES D'HYGIÈNE GÉNÉRALE DES CHANTIERS ET D'ÉVACUATION RAPIDE

Nous avons vu que le milieu où séjournent les billes est un facteur important de la gravité des attaques d'insectes et de champignons et il faut faire en sorte de diminuer ces risques au maximum. Prenons l'exemple d'un arbre que l'on vient d'abattre. Deux cas peuvent alors se présenter : ou bien le débardage peut être immédiat, ou bien les conditions de l'exploitation ne le permettent pas.

211. Débardage immédiat possible

Dans ce cas, le tronçonnage de l'arbre suit immédiatement, ou presque, l'abattage. Les billes doivent alors être évacuées dans la journée, et amenées dans un milieu moins favorable à leur attaque, c'est-à-dire sur un parc déboisé et correctement entretenu (un parc est bien entretenu lorsque son sol est propre, débarrassé des débris d'écorce, de bois et de toute végétation herbacée et lorsqu'il ne retient pas l'eau de pluie, comme cela se rencontre malheureusement trop souvent). L'exploitant forestier doit éliminer de ce parc, et au plus vite, toutes les billes abandonnées, billes qui ne seront jamais utilisées et qui seront autant de foyers d'infestation; il doit également assurer un bon roulement pour l'évacuation des billes vers leur destination finale (scierie, port...), de manière que les grumes restent le moins longtemps possible sur le parc de stockage.

* après traitement insecticide et fongicide dans le cas des essences qui doivent recevoir un tel traitement.



Certaines conditions de stockage des billes sont très impropres à leur bonne conservation et rendent très difficile l'application de traitements de rappel
(Photo Fougrousse)

212. Débardage immédiat impossible

On peut, dans ce cas, avoir intérêt à conserver les arbres abattus en l'état, sans les tronçonner (à condition que l'écorce ne soit pas meurtrie), ceci afin de réduire les voies d'infestation à la seule section d'abattage, puis de ne procéder au tronçonnage en billes que lorsque les moyens de débardage seront disponibles pour l'évacuation immédiate vers le parc de stockage.

22. PROTECTION CHIMIQUE

Les précautions d'hygiène et les mesures d'évacuation rapide des grumes ont pour but de diminuer autant que possible les risques d'attaques par les insectes et les champignons. Mais la pratique montre que, pour les essences fragiles, ces mesures ne sont généralement pas suffisantes à elles seules pour écarter tout danger; il est alors nécessaire de faire appel à la protection chimique des billes, c'est-à-dire à un traitement par **un produit efficace à la fois contre les insectes et les champignons**.

221. Qu'est-ce qu'un bon produit de préservation des billes ?

Un bon produit de préservation des billes doit avoir les deux qualités suivantes qui sont primordiales:

- être actif, c'est-à-dire avoir une toxicité suffisante vis-à-vis des insectes et des champignons; donc être à la fois insecticide et fongicide. A quoi servirait, en effet, d'obtenir que les grumes soient totalement indemnes de piqûres si elles sont totalement envahies par les champignons et inversement ?
- résister le mieux possible au délavage dû aux pluies et à l'évaporation sous l'action de la chaleur. A quoi servirait, en effet, un produit même très actif s'il part à la première pluie, au premier rayon de soleil ? Un produit de bonne qualité doit donc pouvoir «s'accrocher» au bois.

222. Comment appliquer un produit de protection des billes ?

Généralement, les produits de préservation des grumes arrivent dans les pays tropicaux sous forme concentrée et il est nécessaire de les diluer au moment de l'emploi **en respectant les recommandations des fabricants qui devraient être en concordance avec celles fournies par les organismes officiels spécialisés.**



Traitement de grumes par pulvérisation (Photo Le Ray)

Les fabricants précisent, dans leurs fiches techniques, **le diluant à utiliser** (eau ou solvant pétrolier tel que gas-oil) **et les proportions** dans lesquelles la dilution doit être faite. Ces proportions ont été calculées de manière à obtenir le meilleur rapport efficacité-prix (la meilleure efficacité possible à un prix minimum). Or, dans la majorité des cas, les dilutions pratiquées dépassent considérablement celles conseillées, à la fois par le fabricant et les organismes officiels compétents, et cette économie mal placée atteint parfois l'inconscience. Que se passe-t-il en effet ? L'exploitant forestier aura dépensé une certaine somme d'argent pour «traiter» ses billes. Or, le produit trop dilué a perdu beaucoup de son efficacité et les billes se trouveront presque aussi attaquées que si elles n'avaient pas été traitées, d'où deuxième perte d'argent. Conclusion, en voulant faire de petites économies, l'exploitant forestier a obtenu le contraire du résultat souhaité...

Examinons maintenant la technique du traitement des grumes.

Un bon traitement consiste à appliquer sur **toute la surface de la bille**, c'est-à-dire sur le roulant et les deux sections, un produit efficace, en quantité suffisante. Il est impératif de ne laisser aucune zone de bois non traitée, celle-ci permettant aux insectes et aux champignons de pénétrer librement et se répandre dans toute la masse du bois. Un traitement mal fait est pire que l'absence de traitement, car il donne une impression trompeuse de sécurité et représente une dépense inutile, un bois mal traité étant aussi exposé aux attaques qu'un bois non traité.

Il est bien évident qu'il n'est pas facile de traiter toute la surface de la bille, particulièrement la zone de contact grume-sol. Il convient donc de faire pivoter la bille sur elle-même pour traiter la partie inférieure du roulant. On insistera particulièrement au niveau des arrachements ou des soulèvements d'écorce que l'on «*rafaîchira*» préalablement à l'aide d'un instrument tranchant, hache ou machette pour donner à la blessure une limite franche. Enfin, il va de soi que le traitement sera fait sur des billes propres, débarrassées de tous les débris végétaux et de toutes les plaques de terre ou de boue qui ont pu s'y fixer lors des opérations forestières.

Examinons maintenant le problème de l'application des produits sur les billes. Il est certain que, dans la théorie, la meilleure méthode consisterait à immerger complètement les grumes dans un bain de produit, de manière que celui-ci puisse imbiber les parties superficielles du bois, se glisser dans les fentes, sous les parties d'écorce soulevée... Dans la pratique, l'exploitant forestier se sert d'un pulvérisateur et il est à noter ici que les différents types de pulvérisateurs employés n'ont pas été conçus initialement pour une telle utilisation. Les critères de choix d'un pulvérisateur seront la simplicité, la légèreté, la résistance à la corrosion par les produits de préservation; en outre, l'utilisateur devra s'assurer que l'appareil permettra un traitement par «*arrosage*», autrement dit par «*pulvérisation ruisselante*» et non par «*brouillard*», comme cela se rencontre encore trop fréquemment. De préférence, on choisira un appareil à pression préalable qui garantira une application plus régulière du produit de traitement. Dans tous les cas, les pulvérisateurs devront être facilement démontables de façon que leur nettoyage quotidien soit aisé : un bon entretien du matériel est en effet primordial. Enfin, l'exploitant forestier veillera à posséder toujours les pièces de rechange nécessaires.

223. Quand traiter les billes ?

Pour que le traitement soit efficace, il doit être aussi proche que possible de l'abattage; il faut, en effet, avoir toujours à l'esprit que **le traitement des billes est une course de vitesse entre les insectes et les champignons, d'une part, et l'exploitant forestier, d'autre part**. Les produits de protection ne pénétrant que très peu ou pratiquement pas à l'intérieur du bois ne peuvent avoir aucune action sur une attaque déjà installée qui se développera en toute liberté dans la masse du bois qui, elle, n'est pas protégée. Il y a donc urgence à dresser la barrière toxique entre le milieu extérieur et le bois.

La conclusion hâtive serait qu'il faut traiter sur place dès la chute de l'arbre. Ce serait méconnaître les difficultés de nombreux chantiers et risquerait d'aboutir à un traitement fort mal exécuté. Aussi, faut-il souvent trouver dans une bonne organisation un compromis entre le souci de rapidité et le souci d'efficacité. L'idéal serait de pouvoir évacuer la bille le jour même et de procéder au traitement, soit sur le parc de stockage, soit sur le lieu de chargement des grumes, soit sur le lieu de rassemblement pour mise à l'eau si l'évacuation se fait par flottage.

Si l'évacuation ne peut être immédiate, il faut savoir que la menace d'envahissement par les champignons pèse particulièrement sur les sections. Il est donc important de traiter la section d'abattage au moins le jour même et s'abstenir de tronçonner l'arbre abattu en plusieurs billes, les découpes risquant alors de n'être pas accessibles au traitement alors qu'elles le sont parfaitement aux champignons. Les billes ne seront coupées à longueur qu'au moment du débardage. Après celui-ci, elles pourront subir un traitement correct. Si, pour une raison ou pour une autre, des sections transversales d'essences sensibles à l'envahissement par les champignons n'ont pas été traitées le jour même de l'abattage, il est indispensable de recouper une tranche à chaque extrémité de la bille pour éliminer les parties déjà contaminées, puis, seulement après, de traiter les sections *rafaîchies*, indemnes de toute attaque.

Enfin, il faut savoir que les manipulations inévitables que subira une bille après son traitement la meurtriront plus ou moins et qu'il est fort souhaitable, sinon nécessaire, de procéder à des traitements de rappel intéressant toutes les blessures nouvelles où la pellicule de produit a été rompue. Ces traitements de rappel devront intervenir chaque fois que la grume sera appelée à séjourner un certain temps au même endroit après des opérations de manutention.



Traitement des grumes sur grumier (Photo C.T.F.T.)

23. CONCLUSION

La préservation des billes en climat tropical est avant tout une question de bon sens. Connaissant les risques que courent les grumes d'essences fragiles ainsi que les conditions d'exploitation propres à son chantier, l'exploitant forestier doit aménager son travail de telle façon que la protection des billes ne soit pas, comme cela se passe malheureusement trop souvent, une formalité secondaire qui peut s'effectuer n'importe quand et n'importe comment. Il doit comprendre que c'est une opération qui devra être faite avec autant de sérieux que l'abattage, le débardage et l'évacuation finale et que c'est son intérêt financier qui est en jeu.

Il est bien évident qu'au premier abord le traitement des billes nécessite une certaine dépense, donne un travail supplémentaire et alourdit le fonctionnement du chantier.

Pour répondre à ces arguments, faisons un calcul bien simple. Prenons une bille de 80 cm de diamètre et de 8 m de long (volume 4 m³ environ).

Supposons qu'en l'absence de traitement, les attaques de champignons et d'insectes entraînent une réfaction de 30 %, ce qui n'est pas rare. En supposant un prix de 80 dollars le mètre cube, la perte financière s'élève à 96 dollars sur la bille.

Prenons maintenant la même bille. L'exploitant forestier la traite correctement. Compte tenu de la surface à traiter, d'une consommation moyenne de 0,250 litre de produit par mètre carré, d'un prix de 1,5 \$ le litre de solution de traitement, l'exploitant forestier aura dépensé approximativement 8 \$ de produit pour traiter sa bille.

Admettons encore que les frais de main-d'œuvre, de manutention, d'amortissement du matériel, etc... fassent monter le prix à 16 \$ (hypothèse probablement excessive). Admettons enfin qu'en dépit du traitement, le pourcentage de réfaction soit de 10 % (perte financière 32 \$). La perte nette ainsi épargnée à la production sera de 48 \$, soit 12 \$ par mètre cube de bois traité, ce qui représente 15 % de la valeur commerciale du bois.

Il est bon, enfin, de rappeler que les produits de préservation du bois en grumes ne sont pas dépourvus de toute innocuité et que le personnel chargé du traitement devra être pourvu des vêtements de protection nécessaires et faire l'objet d'une surveillance médicale appropriée.

24. RÉSUMÉ

Les mesures préventives que peut prendre l'exploitant forestier pour protéger efficacement les billes récemment abattues sensibles aux attaques de champignons et d'insectes sont : une hygiène générale des chantiers et des parcs de stockage, une évacuation rapide des billes de la forêt et un traitement chimique des grumes.

L'hygiène générale des parcs de stockage nécessitera leur nettoyage fréquent (brûlage des débris de bois et d'écorce, éloignement des billes abandonnées...).

Les billes seront évacuées le plus vite possible pour diminuer au maximum les risques d'attaque.

Le traitement chimique des billes s'effectuera toujours sur des grumes propres par application d'un **produit efficace en quantité suffisante**; le traitement devra être fait **sur toute la surface de la bille** en insistant particulièrement sur les zones où l'écorce a été arrachée ou blessée et sur les extrémités. Cette application se fera au moyen d'un pulvérisateur étudié spécialement à cet effet, c'est-à-dire dont le gicleur permettra un traitement par pulvérisation s'approchant plus de l'arrosage que de la nébulisation.

Le traitement devra avoir lieu dans la journée suivant l'abattage. Si cela n'est pas possible, il sera nécessaire de recouper à chaque extrémité de la bille une tranche d'autant plus épaisse que le temps s'étant écoulé entre l'abattage et le traitement aura été plus long.

De plus, des traitements par pulvérisation de produits insecticides pourront être appliqués sur les piles de billes de manière à créer à l'intérieur de celles-ci un environnement nocif à l'égard des insectes de piqûre noire. En tout état de cause, un tel traitement insecticide ne dispense pas du traitement chimique initial évoqué précédemment.

Chapitre II

PROTECTION TEMPORAIRE DES SCIAGES FRAIS ET DES PLACAGES DÉROULÉS

1. LES ATTAQUES D'INSECTES ET DE CHAMPIGNONS

Nous avons vu, dans le chapitre précédent, qu'il était possible de protéger les grumes de coupe fraîche et de les faire parvenir à l'usine de première transformation, scierie ou atelier de déroulage) dans un état de conservation, sinon parfait (en la matière la réussite à 100 % n'existe pas) du moins techniquement et économiquement acceptable. Nous avons vu également que cette protection temporaire des billes était réalisée par l'application d'un produit qui formait une pellicule protectrice, que la protection apportée n'était donc que superficielle et que toute la masse du bois n'était pas traitée.

Lorsqu'une bille est sciée ou déroulée, le bois, qui est encore frais et qui n'est pas traité, est mis à nu et peut, de nouveau, subir des attaques, soit d'insectes, soit de champignons, et généralement des deux à la fois.

11. LES ATTAQUES D'INSECTES

Du côté des insectes, il faut signaler qu'en plus des Platypes et des Scolytes (vrillettes), dont nous avons parlé longuement dans le chapitre précédent et qui sont susceptibles de poursuivre leurs attaques du bois frais après débit (mais dont la menace s'éteint une fois le bois sec), d'autres espèces peuvent se manifester au cours du séchage ou après séchage. Parmi ces espèces, les plus redoutables sont certains Bostryches et certains Lyctides dont les larves peuvent poursuivre leur action, même après la mise en œuvre du bois. Chez les essences pour lesquelles il y a distinction nette entre l'aubier et le bois parfait, seul l'aubier est menacé par ces attaques. Mais cette menace concerne toute la masse du bois chez les essences pour lesquelles cette distinction n'existe pas, c'est-à-dire la plupart des essences à bois très clair (Ilomba, Obeche, Koto, Fuma, Ramin, Virola, etc...).

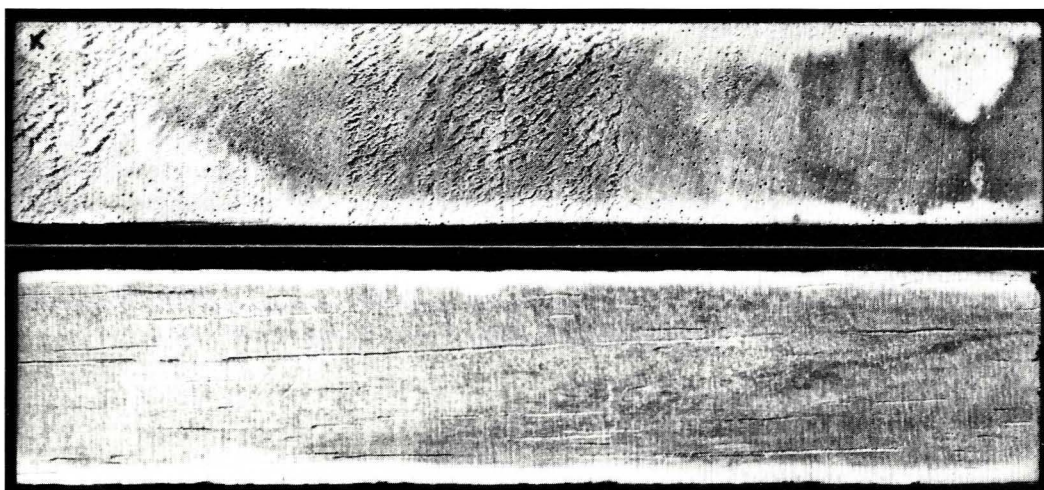
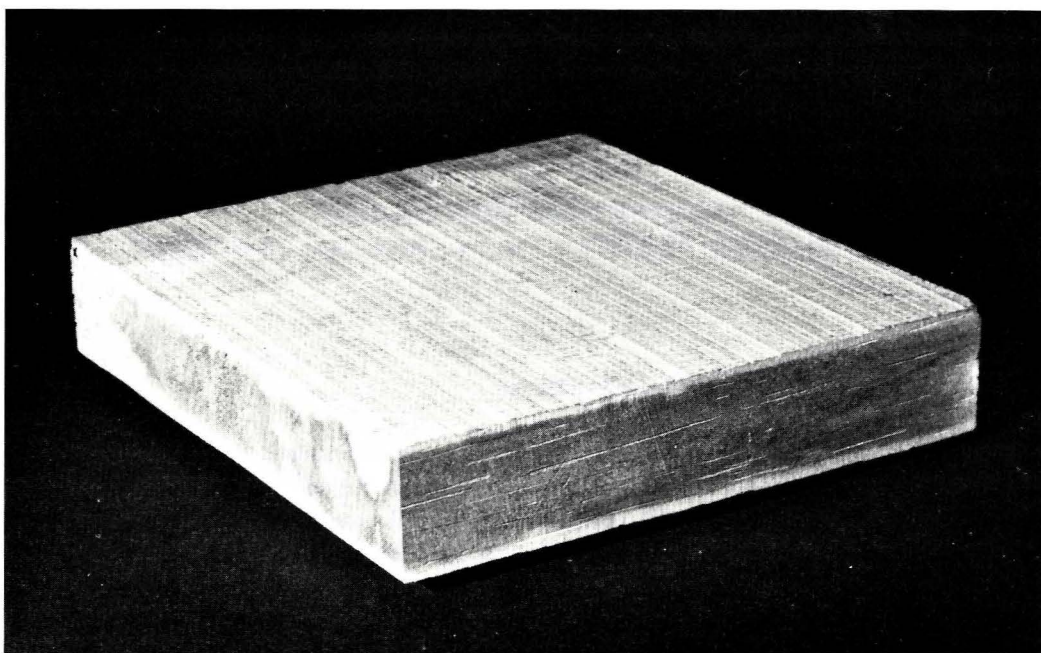
12. LES ATTAQUES DE CHAMPIGNONS

Dans les sciages frais, tirés de l'aubier chez les essences à bois parfait distinct, ou de toute la masse du bois chez les essences à bois parfait non distinct, on peut observer des attaques de champignons du même type que celles qui se développent dans les grumes, c'est-à-dire champignons de discoloration (en particulier de bleuissement), et champignons destructeurs.

2. LE TRAITEMENT DES SCIAGES FRAIS ET DES PLACAGES DÉROULÉS

21. TRAITEMENT DES SCIAGES FRAIS

Il a pour but de protéger les sciages au cours du séchage. C'est un traitement d'efficacité temporaire qui, étant superficiel, comme nous le verrons par la suite, n'aura plus aucune valeur lorsque le bois sera travaillé, puis mis en œuvre. Ce traitement, n'intéressant qu'une faible épaisseur du bois, n'empêche pas, non plus, une attaque de champignon, dont le germe est déjà installé dans le bois, de poursuivre son développement, en respectant toutefois les couches superficielles qui bénéficient de l'action protectrice du produit et d'un séchage plus rapide. C'est là l'origine de «surprises» fréquentes : des débits paraissent sains extérieurement et lorsqu'on les travaille, on s'aperçoit qu'ils sont complètement altérés intérieurement.



Débit d'Essessang dans lequel le bleuissement s'est poursuivi pendant le séchage. Noter les franges de bois non altéré. (Photo J.C. Bollier)

C'est ici qu'un point fondamental doit être souligné : il est absolument indispensable que les traitements de protection soient effectués sur des sciages totalement exempts de toute attaque, donc provenant de grumes saines, et ce dès la tombée de scie.

Il faut également préciser que plus le séchage du bois sera rapide, plus vite son taux d'humidité tombera au-dessous du pourcentage nécessaire au développement des champignons, plus vite les sciages seront à l'abri des attaques fongiques. C'est pourquoi, en l'absence de moyens de séchage artificiel, il est nécessaire de conduire le séchage des sciages, à l'air libre, dans les meilleures conditions possibles.

Nous allons examiner successivement les conditions de séchage les meilleures et le traitement chimique proprement dit.



Entrée d'un séchoir à bois industriel (Photo Forges de Strasbourg)

211. Le séchage

211.1. Le séchage artificiel

Il existe plusieurs types de séchoirs artificiels, mais, dans les pays tropicaux, seules, deux méthodes de séchage se sont développées : le séchage classique à haute température et le séchage à basse température.

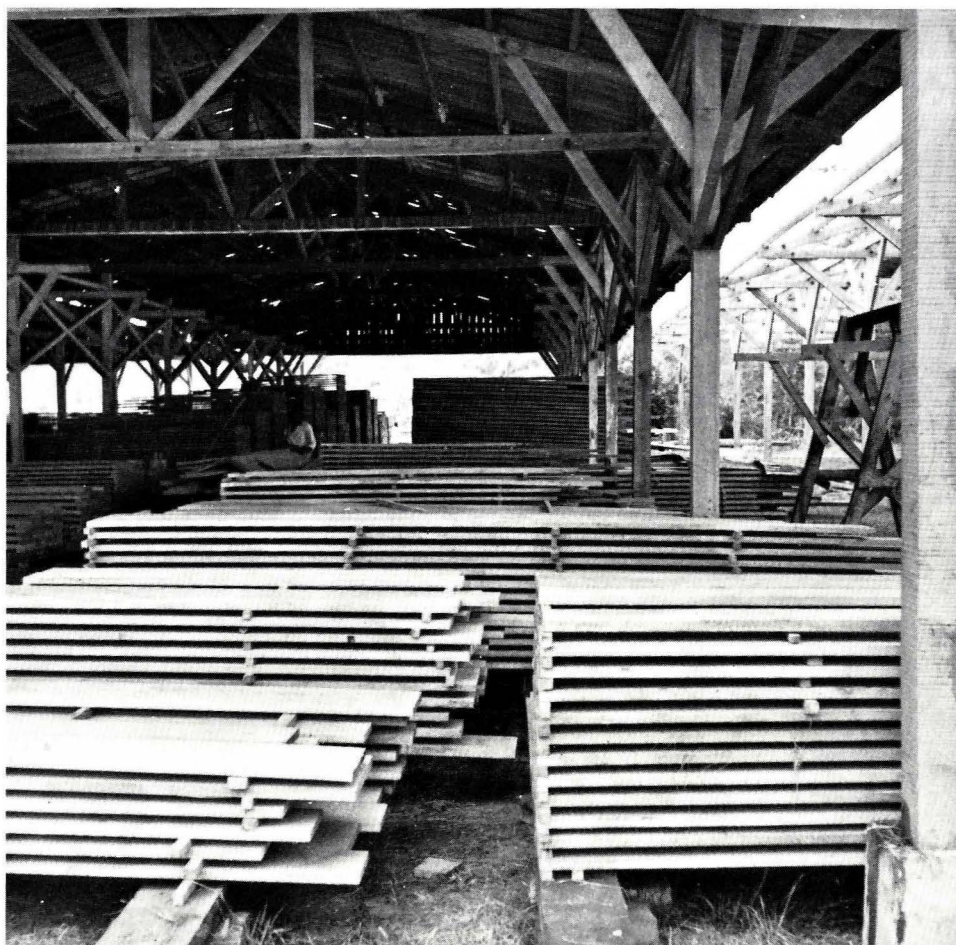
Dans les séchoirs classiques, les conditions d'humidité, de température et de ventilation varient au cours du temps de manière que le bois soit amené de l'état humide ou frais à son humidité d'utilisation.

Dans les séchoirs à basse température, la température de l'air de séchage est fixée à 25-30°C et les durées de séchage sont donc forcément supérieures à celles obtenues dans un séchoir classique. Ces températures sont favorables au développement des champignons et le traitement préalable des débits n'est donc pas inutile.

En tout état de cause, il faut que le séchage artificiel soit bien conduit, afin que le bois sèche sans déformations, ni fentes, et arrive à la fin de l'opération dans un état sanitaire satisfaisant (en particulier, dans le séchage «classique», il faut que les durées des températures les plus favorables au développement des champignons soient réduites dans toute la mesure du possible).

211.2. Le séchage naturel

Dans les pays en voie de développement, les scieries possédant des séchoirs sont peu nombreuses et c'est le séchage naturel qui est la règle. Dans ce cas, on obtient de très bons résultats en disposant les sciages, traités comme il sera décrit ultérieurement, en piles bien aérées, bien épinglées, sous abri, installées dans un endroit bien ventilé, sur un terrain propre (sans eaux stagnantes ni végétation herbacée).



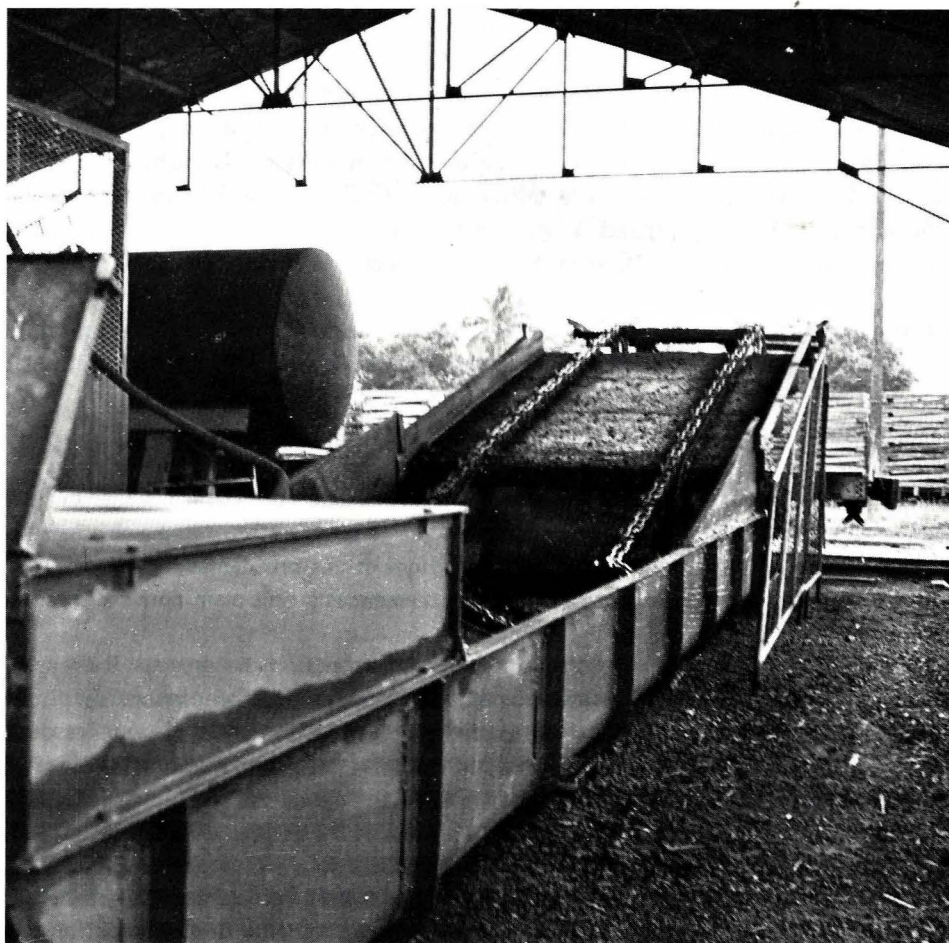
Sciages de Limba en cours de séchage au Zaïre (Photo Letourneux)

Une erreur à ne pas commettre est d'utiliser, pour épingler les sciages, des baguettes prises n'importe où. Il faut prendre soin de n'employer comme «épingles» que des baguettes de la même essence que les sciages, saines et elles-mêmes traitées. Ainsi se met-on à l'abri d'un risque de contamination à partir de baguettes altérées et réduit-on le risque de marques colorées au niveau du contact sciages-épingles.

212. Le traitement chimique des sciages frais

212.1. Qualités que doit avoir un produit de protection des sciages frais

- Le produit utilisé devra être efficace contre les insectes et les champignons.
- Dans sa conception traditionnelle, la protection des sciages n'entend exercer son action que pendant le séchage, le stockage ou le transport ultérieur. Étant destinés à traiter des sciages qui seront mis ensuite à sécher à l'abri, donc n'étant pas soumis au délavage par la pluie, les produits de protection des sciages frais n'ont pas à avoir les propriétés d'adhérence, de fixation, d'«accrochage» des produits de protection des billes.
- Le produit employé ne devra provoquer aucune modification de l'aspect du bois et, en particulier, ne devra pas changer sa couleur naturelle.
- Il devra être de mise en œuvre aisée.
- Il sera obligatoirement en solution dans l'eau.



**Dispositif permettant le traitement de protection temporaire des sciages frais
(tapis roulant passant dans le bac de trempage) (Photo Déon)**

212.2. Méthodes d'application des produits

Deux modes d'application peuvent être utilisés : le trempage et l'aspersion en tunnel.

- Le **trempage** consiste à immerger les sciages dans le bain de traitement pendant une demi-minute environ afin que toutes les faces des débits s'imbibent convenablement. Le trempage planche par planche assure évidemment le meilleur résultat, mais il est relativement peu pratique. Quand la quantité de bois à traiter est assez importante, il y a plutôt intérêt à tremper les bois en fardeaux. Ceux-ci ne devront pas être trop serrés pour que le liquide de traitement puisse pénétrer entre les baguettes et les débits et imbiber toutes les faces. Dans le cas de traitement en fardeaux, le temps de trempage sera porté à une minute environ. De toute façon, dans un cas comme dans l'autre, les bacs de trempage devront être munis de systèmes d'égouttage afin que soient évitées des pertes de produit; ils seront, de plus, installés sous abri.
- L'**aspersion en tunnel** consiste à faire passer les sciages au moyen d'un tapis roulant dans une sorte de caisson muni d'un système d'aspersion conçu pour que toutes les faces des débits soient traitées. Ce système permet un travail plus mécanisé que le trempage, mais nécessite un investissement plus important.

Qu'ils soient traités par trempage ou par aspersion en tunnel, les sciages doivent être au préalable débarrassés de la sciure qui peut adhérer en surface et perturber le traitement. A cet égard, l'utilisation de rouleaux brossés à l'entrée d'un tunnel d'aspersion est fort recommandée.

Après le traitement, les sciages seront mis à sécher comme il a été décrit au paragraphe 211.2. page 18.

213. Limites actuelles des possibilités de traitement efficace des sciages

Actuellement, on peut considérer que la réussite d'un traitement de sciages frais est aléatoire pour des épaisseurs de débits supérieures à 50 mm. En effet, s'il n'y a pas, pour les débits épais, de problèmes d'ordre insecticide spéciaux, par contre, les problèmes de protection fongicide sont bien différents de ceux posés par les débits de faible épaisseur. Cela est dû au fait que le séchage des zones centrales des débits, qui met le bois à l'abri de toute action possible des champignons, est obtenu plus tardivement que celui des zones périphériques au niveau desquelles d'imperceptibles fentes de dessiccation se produisent, ouvrant autant de brèches dans la zone protectrice. Dans le cas de faibles épaisseurs, l'humidité centrale s'abaisse suffisamment vite pour que les champignons qui ont pu pénétrer n'aient pas le temps de se développer. Mais dans le cas de fortes épaisseurs, il n'en est pas de même, et on peut assister à des infestations de champignons parfois graves. Ceci est surtout vrai pour certaines essences fragiles telles l'Ilomba, le Koto, l'Obeche, le Ramin, etc...

Le seul remède possible est le séchage accéléré en séchoir, à condition que cette rapidité de séchage soit compatible avec les exigences du bois considéré relatives aux risques de fentes ou de déformations.

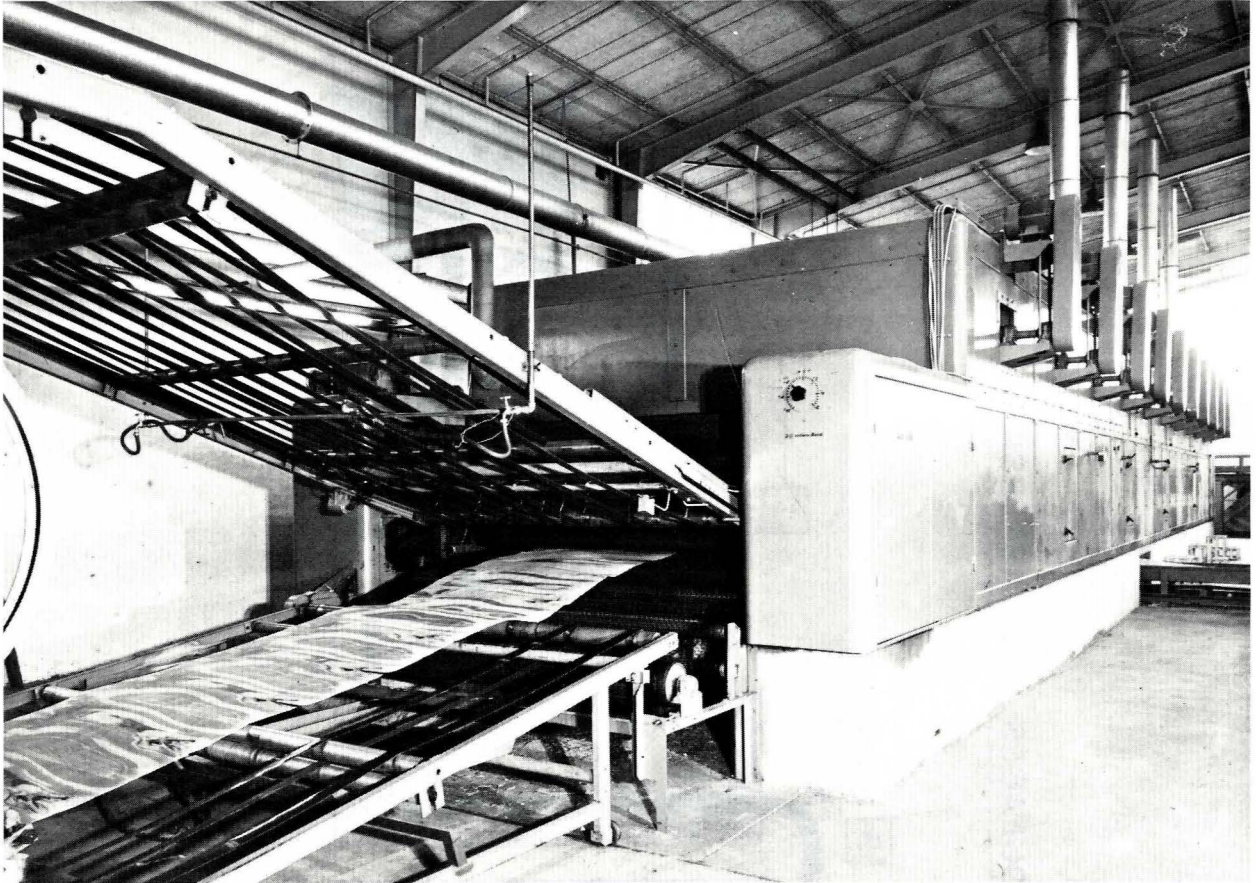
22. TRAITEMENT DES PLACAGES DÉROULÉS

Au même titre que les sciages, les placages déroulés peuvent être considérés comme des débits, d'un genre particulier, il faut le dire. Ils posent également des problèmes de préservation temporaire lorsque la fabrication du contreplaqué ne suit pas rapidement le déroulage des grumes et ces problèmes de préservation sont d'autant plus importants qu'un fort pourcentage de placages provient d'essences à bois clair, souvent très fragiles.

Comme cela a été souligné dans le chapitre consacré à la protection des grumes, **il est primordial de partir de billes saines**, c'est-à-dire exemptes de piqûres noires et d'attaques de champignons de discoloration, à plus forte raison d'attaques de champignons destructeurs; ceci est particulièrement vrai pour les déroulages destinés à fournir les faces des panneaux contreplaqués et des panneaux lattés. Supposons que les billes parviennent dans un état satisfaisant à l'usine de déroulage.

Juste après le déroulage, deux cas peuvent se présenter :

- Les feuilles sont immédiatement séchées et le contreplaqué fabriqué. Dans ce cas, il ne se pose aucun problème de protection temporaire des placages déroulés. Seul, subsiste le problème de la protection définitive des panneaux, question qui sera étudiée ultérieurement.
- Les feuilles sont immédiatement séchées, mais il s'écoule un certain temps entre cette opération et la fabrication des panneaux contreplaqués. Dans ce cas, les feuilles ayant atteint une humidité nettement inférieure à



Séchoir à placages (Photo Guillet-Industrie)

celle nécessaire au développement des attaques par les champignons, aucun problème de protection temporaire fongicide ne se pose. Seul, subsiste le risque d'attaque du bois par certains insectes et il y a lieu d'envisager un traitement de protection temporaire insecticide qui protégera les feuilles jusqu'au moment de la fabrication du contreplaqué.

221. Qualités que doit avoir un produit de protection temporaire des placages déroulés

- Le produit utilisé devra être insecticide.
- La protection des déroulages n'entendant exercer son action que pendant le stockage ou le transport ultérieur (à l'abri des intempéries), les produits de protection utilisés n'auront pas à avoir les propriétés d'adhérence, d'«accrochage» des produits de protection des billes. C'est pour cette raison que ces produits sont très proches, sinon identiques, de ceux utilisés pour la protection insecticide temporaire des sciages frais.
- Le produit employé ne devra provoquer aucune modification d'aspect ou de couleur du bois.
- Il ne devra, en aucun cas, avoir d'influence sur le collage lors de la fabrication du contreplaqué.
- Il devra être de mise en œuvre facile.
- Il sera obligatoirement en solution dans l'eau.

TRAITEMENT DES DEROULAGES PAR ASPERSION

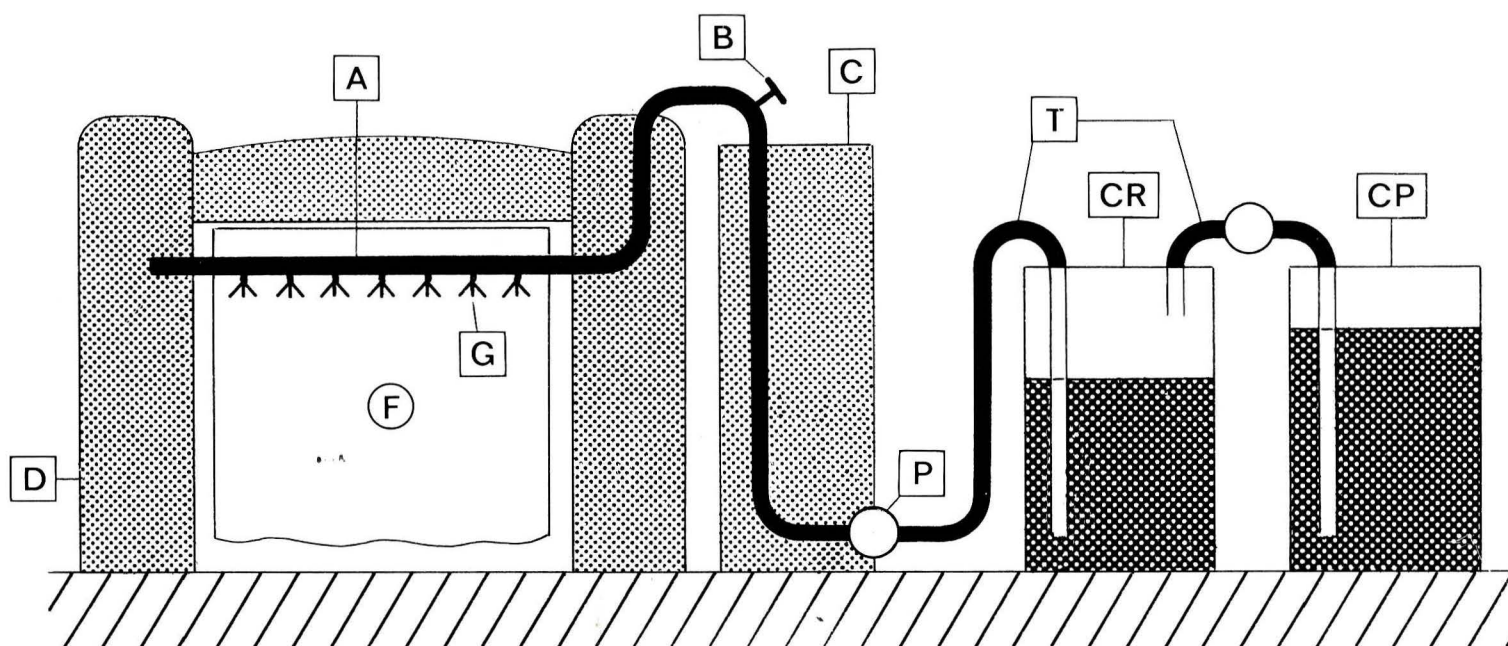


Figure 1

Or, lorsque l'on visite des ateliers de déroulage, que constate-t-on ? Le traitement, quand il existe, est souvent effectué au moyen de solutions boraciques. Il est impératif de souligner ici que cette opération a pour but de protéger contre les attaques de *Lyctus* et de *Bostryches*, et, d'une manière définitive, les panneaux contreplaqués qui seront ultérieurement fabriqués; ce n'est absolument pas un traitement de protection temporaire et on peut l'assimiler au traitement des sciages par trempage rapide et diffusion. Mais tel n'est pas le propos de ce chapitre.

222. Quelles méthodes de traitement utiliser ?

Deux méthodes peuvent être envisagées : le trempage et la pulvérisation.

- Le **trempage** peut se résumer ainsi : dès le déroulage, la feuille est coupée au massicot. Immédiatement après, elle est passée dans un bac contenant la solution de traitement dans laquelle elle ne reste que le temps de son passage. Un transfert des plaques massicotées (par rouleaux entraîneurs obligeant les feuilles à passer dans le bain antiseptique) peut être envisagé pour automatiser le travail. Dès la sortie du bac, les feuilles sont empilées bois sur bois pendant une période de deux à quatre heures de manière à favoriser la pénétration du produit dans l'épaisseur du pli. Ensuite, les feuilles sont directement introduites dans le séchoir.
- Cependant, un système plus automatisé, qui tend d'ailleurs à se développer, peut être utilisé : la **pulvérisation** en sortie de dérouleuse.

L'appareil consiste, schématiquement (voir figure 1) en une rampe d'aspersion (A) fixée sur la dérouleuse (D), un système de commande (B) fixé sur le poste de commande de la dérouleuse (C), une cuve réservoir (CR) munie d'une pompe (P), une cuve de préparation du produit (CP) et une tubulure d'adduction (T).

La rampe d'aspersion est constituée par un tube fixé à l'avant de la barre de pression de la dérouleuse. Elle porte un certain nombre de gicleurs (G) ou « buses » assurant une projection de liquide antiseptique en nappe avec un angle de dispersion approprié sur la feuille (F). Le nombre, la nature et le débit des gicleurs seront déterminés de telle manière que toute la surface de la feuille en sortie de dérouleuse soit traitée et qu'il y ait même un certain « recouvrement ».

Le produit est préparé dans la cuve (CP), puis transféré dans la cuve réservoir (CR). De là, le liquide est envoyé par la pompe (P) vers la rampe d'aspersion (A) par la tubulure d'adduction (T). L'ouverture et la fermeture du débit de produit sont commandées par l'ouvrier chargé de la manœuvre de la dérouleuse, au moyen du système de commande (B).

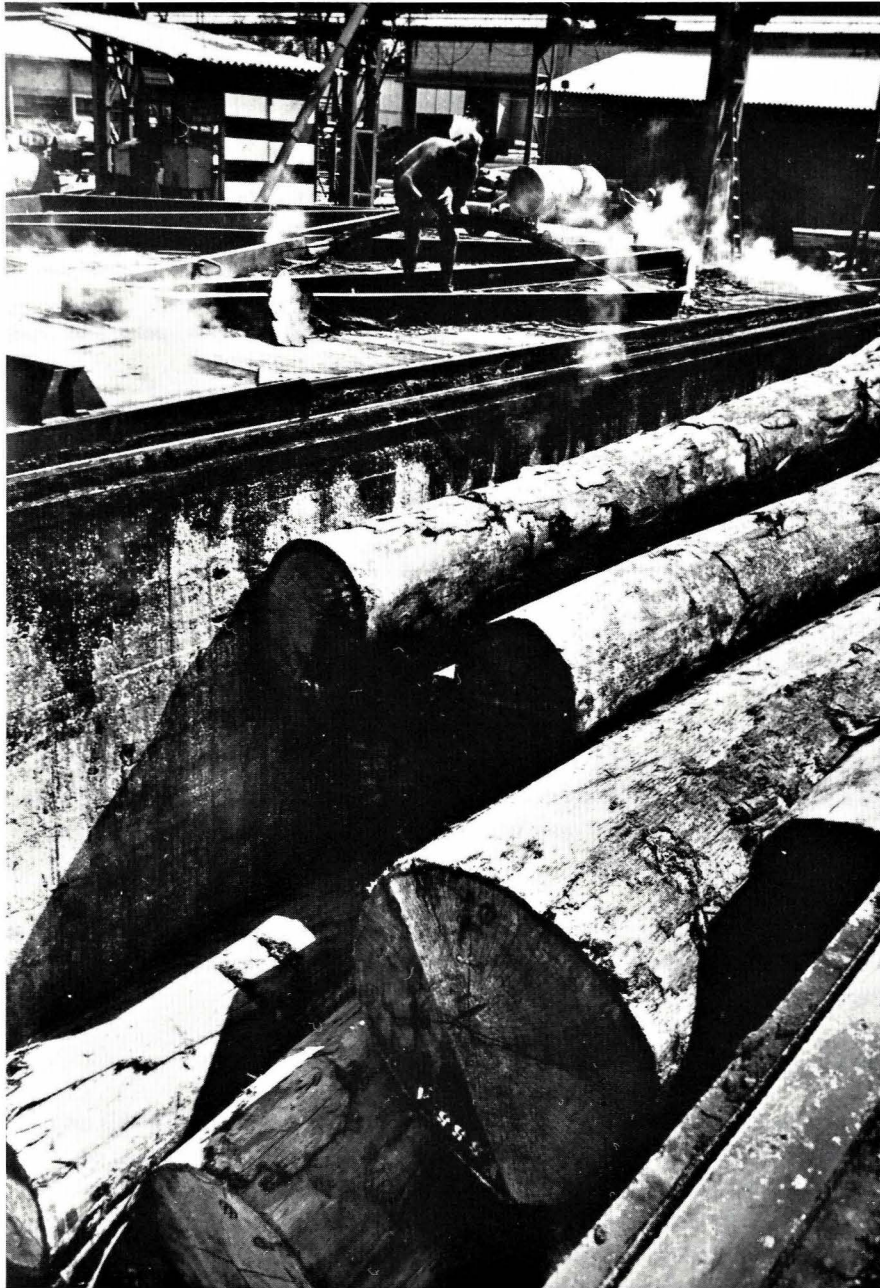
Après traitement, les déroulages sont bobinés sur un axe. Cette opération facilite le transport ultérieur et permet de traiter les deux faces (lors de l'enroulage, la surface supérieure traitée par pulvérisation vient en contact de la surface inférieure non traitée).

223. État actuel de la préservation des déroulages

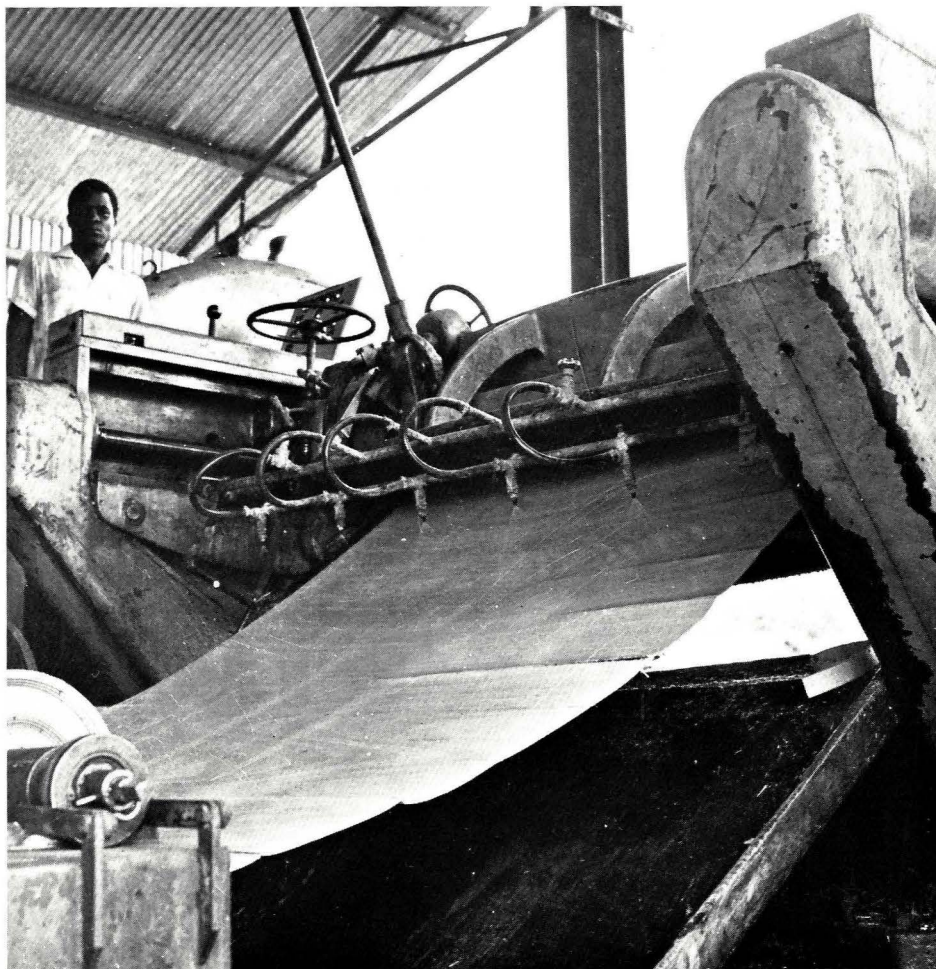
Nous avons traité le problème de la préservation temporaire des déroulages frais un peu pour mémoire, car, actuellement, on assiste à une transformation de l'industrie du contreplaqué dans les pays tropicaux, dans le sens où les ateliers de déroulage sont incorporés aux usines de fabrication des panneaux. Ces usines possèdent, en particulier, des séchoirs tunnels très importants qui, en moins d'une demi-heure, amènent les déroulages à une humidité très inférieure à celle nécessaire au développement des champignons. Il ne se pose plus alors aucun problème de protection temporaire. Seul, reste le problème de la protection définitive des contreplaqués, question que nous étudierons ultérieurement.

23. CONCLUSION

Au même titre que la protection des billes en forêt tropicale, la préservation temporaire des sciages frais et, dans une mesure moindre, celle des déroulages frais, ne doit pas être une formalité secondaire que l'on fait n'importe quand et n'importe comment; le scieur ou le dérouleur doit comprendre que pour certaines essences fragiles, c'est une opération qui doit être effectuée avec autant de sérieux que le sciage ou le déroulage lui-même. Les manipulations nécessaires sont faciles puisque s'appliquant à des pièces de bois de relativement faible section et mettant en œuvre des produits en solution aqueuse.



Étuvage des billes avant déroulage (Photo Sadeh)



Traitement par aspersion des déroulages (Photo Déon)

Le scieur doit également comprendre que, non seulement son intérêt financier, mais également sa tranquillité d'esprit sont en jeu.

24. RÉSUMÉ

Les sciages des essences fragiles sont susceptibles d'être attaqués, au cours de leur séchage, par des insectes et des champignons. Il convient donc de prendre des mesures d'ordre préventif : assurer au bois le meilleur séchage possible (séchage naturel ou séchage artificiel), le protéger efficacement par un traitement chimique fongicide et insecticide approprié, appliqué par trempage ou pulvérisation.

Mais le point le plus important à souligner est le suivant : **pour obtenir des sciages ou des déroulages sains, il est nécessaire de partir de billes saines.** Si cette condition n'est pas réalisée, toutes les mesures pouvant être prises ultérieurement seront sans effet.

Chapitre III

PROTECTION DES BOIS AVANT MISE EN ŒUVRE

Nous avons étudié, dans les chapitres précédents, les mesures destinées à protéger les bois fragiles depuis l'abattage de l'arbre en forêt jusqu'à la mise en œuvre, période qui inclut naturellement le temps de stockage des débits secs à l'air. Ces mesures n'entendent donc exercer leur action que pendant un temps limité. Nous avons vu que, par la force des choses, les traitements n'étaient que superficiels et ne pouvaient assurer une protection définitive aux bois mis en œuvre.



Termitière (Photo Fougerousse)

Il convient donc, maintenant, d'étudier les mesures d'ordre préventif qui devront être prises lorsque le bois sera employé pour sa destination finale.

Parmi tous les matériaux que l'homme utilise, le bois est certainement un de ceux qu'il emploie aux fins les plus variées. C'est donc l'un de ceux dont il a la meilleure expérience et dont il devrait avoir résolu les problèmes de mise en œuvre. On doit reconnaître que cela n'est pas tout à fait exact et que, par suite d'un manque de connaissances, le bois n'est pas toujours estimé à sa juste valeur. Le reproche qu'on lui fait le plus souvent a trait à sa mauvaise conservation. Il faudrait que cette optique change et que l'on sache que les faillites que le bois a pu enregistrer sont, dans la majeure partie des cas, dues à une méconnaissance des problèmes posés et des moyens de les résoudre.

Il est nécessaire, ici, d'introduire plusieurs notions que nous développerons par la suite :

- La notion de **durabilité naturelle** que l'on peut définir comme étant l'ensemble des résistances que le bois présente naturellement, c'est-à-dire sans aucune protection chimique, vis-à-vis des différentes attaques d'insectes, de champignons, etc...
- La notion de **d'exposition** aux différentes attaques : il est bien connu qu'une pièce de bois mise en terre sera davantage exposée que la même pièce de bois utilisée sous abri.
- La notion de **durée d'emploi** : il est bien évident que l'on essayera toujours d'assurer au bois une conservation aussi longue que possible, mais il faut également avoir à l'esprit que ce sont souvent des considérations d'ordre économique qui entrent en jeu; alors que le remplacement de simples piquets de clôture est chose aisée, celui de traverses de chemin de fer ou de poteaux supports de lignes électriques est une opération beaucoup plus compliquée, donc coûteuse : pour des raisons d'ordre économique, on demandera donc aux bois de gros œuvre une durée de service bien plus longue qu'aux bois à usage rural par exemple.

Dans les chapitres qui vont suivre, nous étudierons tout d'abord les attaques auxquelles peut être soumis le bois, puis la question de durabilité naturelle, enfin les mesures de protection à envisager dans chacun des emplois pour lesquels elles s'imposent.

1. LES AGENTS DE DÉTÉRIORATION DES BOIS MIS EN ŒUVRE

Les êtres vivants capables de détériorer ou de détruire le bois mis en œuvre se groupent essentiellement en quatre grandes catégories :

- les champignons responsables de la pourriture,
- les termites,
- les autres insectes responsables de la « piqure »,
- certaines organismes marins foreurs qui attaquent le bois mis en œuvre dans les eaux salées ou saumâtres.

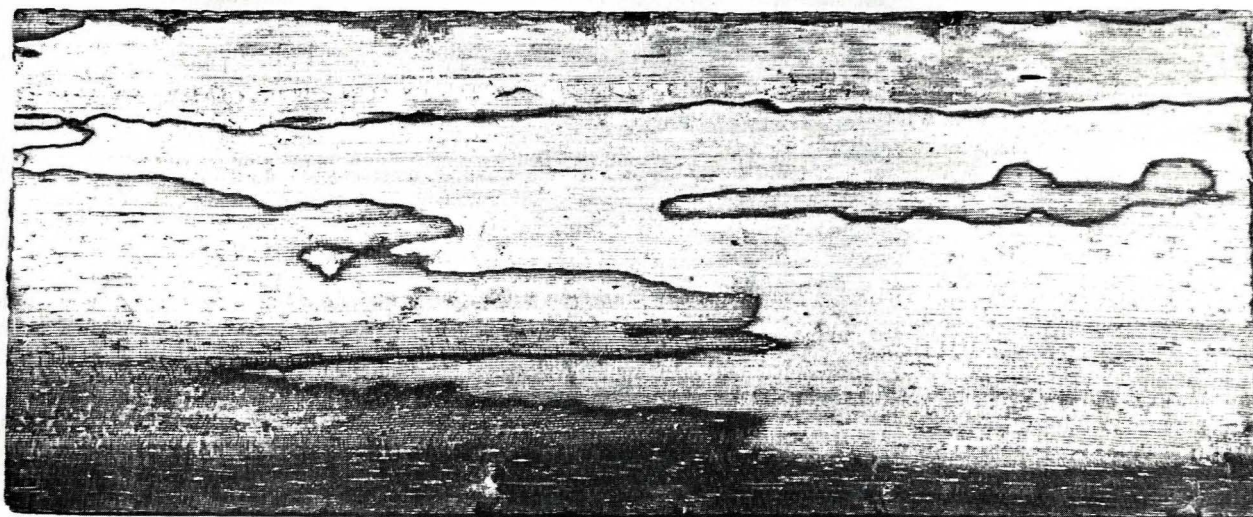
11. LES CHAMPIGNONS

Ils sont responsables de nombreux types de pourritures. Celles-ci consistent en des altérations profondes et irréversibles de toutes les propriétés du bois, couleur, dureté, propriétés mécaniques... Les champignons responsables s'attaquent aux éléments constitutifs du bois et transforment ces éléments en substances nutritives directement assimilables par eux.

Lorsque les conditions favorables au champignon sont réunies, celui-ci est capable de « digérer » dans sa quasi-totalité le bois offert à sa voracité. Pour être en mesure de mener à son terme son œuvre de destruction, le champignon a besoin que soient réunies en permanence les conditions suivantes :

- être assuré d'un approvisionnement suffisant en eau,
- être assuré d'un approvisionnement suffisant en oxygène,
- bénéficier d'une température favorable.

Ces facteurs se trouvent classés par ordre d'importance décroissante; l'approvisionnement en eau est fondamental, et même si les conditions de température et d'approvisionnement en oxygène ne sont remplies qu'imparfaitement, le processus de pourriture s'engagera, certes très lentement, et se poursuivra aussi longtemps que le champignon disposera de l'eau dont il a besoin.



Débit présentant des altérations fongiques du type échauffure (Photo J.C. Bollier)

Cette eau, où la trouve-t-il ? Il peut la trouver dans le bois, si celui-ci n'est pas suffisamment sec, ou en dehors du bois sous forme d'eau de suintement, d'eau de condensation ou d'eau du sol lorsque celle-ci est accessible (bois en contact avec la terre).

Quelle quantité d'eau lui faut-il ?

Il faut distinguer ici deux grands types de pourritures : les pourritures classiques et la pourriture molle.

Dans le cas des pourritures classiques (pourritures cubiques d'une part, pourritures fibreuses d'autre part), on considère que c'est à une humidité de 35-40 % que le bois se trouve le plus exposé à l'action des champignons. A une humidité inférieure à 20 %, le bois est totalement à l'abri de cette action.

La biologie des champignons responsables de la **pourriture molle** est très différente de celle des champignons causant les pourritures classiques. Ils tolèrent une humidité beaucoup plus élevée et on les rencontre d'ailleurs pratiquement dans tous les cas où le bois est dans des conditions d'extrême humidité, par exemple, bois immergés, bois au contact du sol...

Les besoins en oxygène varient également beaucoup. Les champignons responsables des pourritures classiques ont besoin de beaucoup plus d'oxygène que ceux de pourriture molle.

Reste la question de la température ambiante. Assuré d'une alimentation convenable en eau et en oxygène, le champignon qui s'attaque à un bois le fera à une vitesse dépendant de la température ambiante, la température optimale d'attaque du bois variant selon les espèces (cette température optimale est relativement élevée, 30 à 35° C, pour certaines espèces tropicales).

Le dernier point à souligner est le suivant : un bois sec ne risque aucune attaque de champignon, mais il faut se méfier des réhumidifications accidentelles du bois, propices à l'installation et au développement des pourritures.

C'est pour cette raison que, dans le domaine de la protection des bois de construction que nous examinerons ultérieurement, nous verrons que les techniques architecturales ont une grande importance.



Type de pourriture cubique (Photo J.C. Bollier)

12. LES TERMITES

Dans les pays tropicaux, une autre menace existe, celle d'insectes appelés termites dont l'activité est, de la même façon, favorisée par la chaleur et l'humidité. C'est par centaines que l'on compte les espèces de termites, mais le nombre de ces dernières qui présentent pour le bois un réel danger est relativement limité.

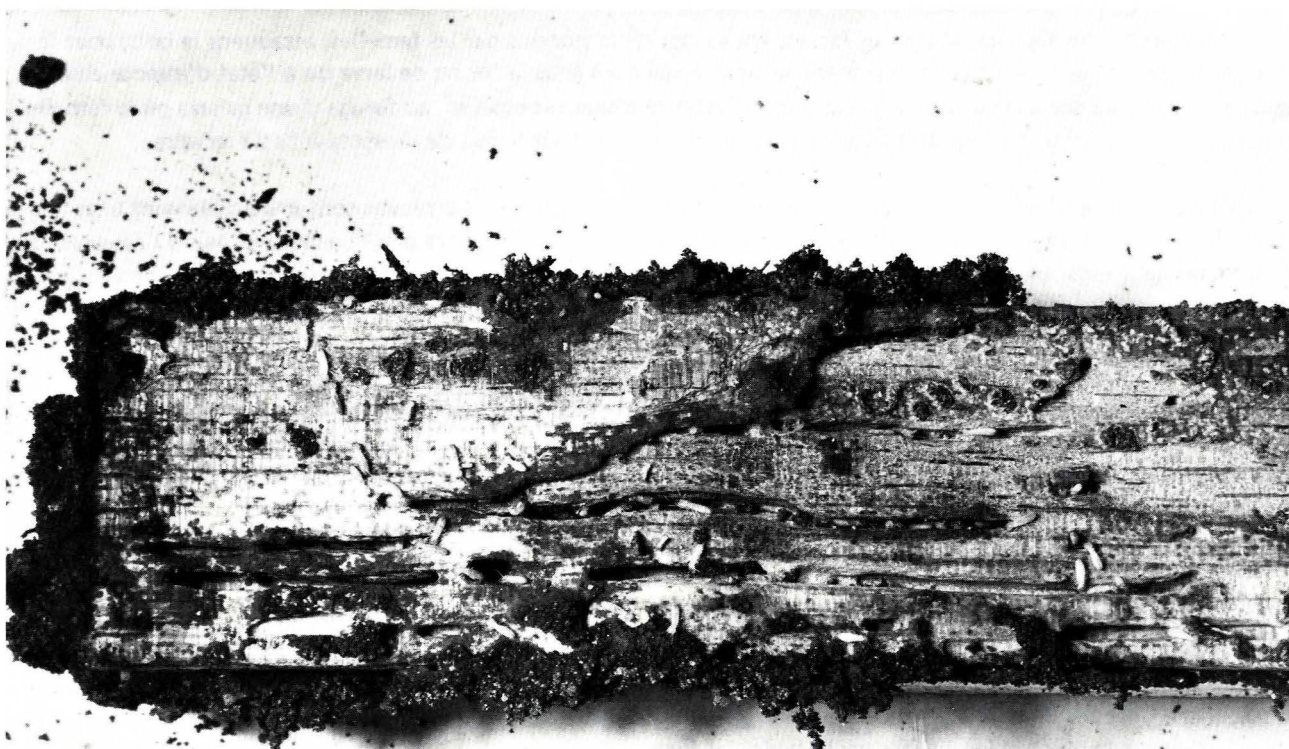
En ce qui concerne le mode d'attaque du bois par ces insectes, il est nécessaire de distinguer les termites dits «de bois sec» des termites dits «souterrains».

Les termites «de bois sec» se caractérisent par le fait que les colonies s'installent directement dans le bois et s'y développent sans aucune liaison avec le sol. Leurs besoins en eau sont limités et l'humidité du bois leur suffit. Bien que formant des colonies comprenant relativement peu d'individus, ces termites sont des destructeurs du bois très actifs. Les symptômes externes d'attaque sont assez évidents pour un observateur attentif : de temps en temps, la colonie rejette à l'extérieur les excréments accumulés pendant une certaine période; ceux-ci constituent de petits amas poudreux, chaque grain de cette poudre ayant la forme d'un petit prisme hexagonal très facilement reconnaissable.

Du point de vue de la lutte tant préventive que curative, à mener contre eux, les termites des bois secs se rattachent aux insectes communs des bois secs que nous étudierons plus loin.



Porte de Fraké attaquée par des termites de bois sec (Photo Fougerousse)



Attaque de termites «souterrains» (Photo J.C. Bollier)

Les termites «souterrains» forment des colonies qui ne sont pas installées dans le bois. Ils sont le plus souvent dans le sol où leurs besoins en eau (supérieurs à ceux des termites «de bois sec») sont généralement satisfaits. Les colonies peuvent également s'établir hors du sol, mais toujours à un endroit où elles seront assurées d'un approvisionnement suffisant en eau. Cette dépendance vis-à-vis de l'eau s'illustre pratiquement par la règle fondamentale de construction en région termitée : isoler tout bâtiment du sol par un matériau non attaqué (béton, pierre...) et rendre le terrain impropre à la vie des termites «souterrains» par incorporation au sol de produits toxiques.

Les termites sont des insectes qui craignent la lumière et, exception faite de l'époque où ils quittent la colonie pour en créer une autre, ils ne se trouvent jamais librement à l'air. Leurs déplacements s'effectuent toujours dans des galeries ou tunnels construits de débris divers, de terre, d'excréments, de salive et ces constructions sont révélatrices de la présence de termites. Pour parvenir à un matériau nutritif, bois, papier, linge..., les termites sont capables à la fois de franchir de grandes distances et de pénétrer des matériaux très divers tels le plâtre, certains ciments... On a même vu des plastiques, des gaines de plomb, fortement attaqués. Les dégradations qu'ils provoquent sont de deux types, soit des perforations correspondant au cheminement des termites en quête d'aliments, soit une destruction partielle ou complète des aliments eux-mêmes et le bois en est un.

13. LES AUTRES INSECTES DES BOIS SECS

Parmi les insectes s'attaquant aux bois secs, il convient de distinguer ceux qui s'attaquent aux bois résineux et ceux qui s'attaquent aux feuillus.

Les bois résineux ne représentant, parmi les bois tropicaux, qu'une proportion très faible, nous ne citerons, que pour mémoire, les insectes qui les attaquent, parmi lesquels les plus redoutables appartiennent à la famille des Cérambycides.

Les bois feuillus possèdent également des ennemis redoutables, notamment les *Lyctus* dans les pays tempérés, les *Lyctus* et les *Bostryches* dans les régions tropicales.

Dans le cas des *Lyctus*, seules les larves, issues des œufs pondus par les femelles, attaquent le bois; chez les *Bostryches*, la plupart des espèces attaquent le bois, aussi bien sous la forme de larve qu'à l'état d'insecte adulte. Ce dernier type de perforation correspond, pour d'assez nombreuses espèces, au forage d'une galerie où la femelle déposera ses œufs. Mais, en tout état de cause, les dégâts sont surtout le fait de l'insecte à l'état larvaire.

La biologie des *Lyctus* et des *Bostryches* permet d'affirmer que leurs attaques sont essentiellement liées à la teneur du bois en amidon. Lorsqu'un bois contient de l'amidon, il n'échappera pratiquement jamais à l'attaque de ces insectes, à moins, bien sûr, qu'il n'ait fait l'objet d'un traitement de préservation approprié. L'amidon est une substance de réserve et se trouve donc localisé dans l'aubier.

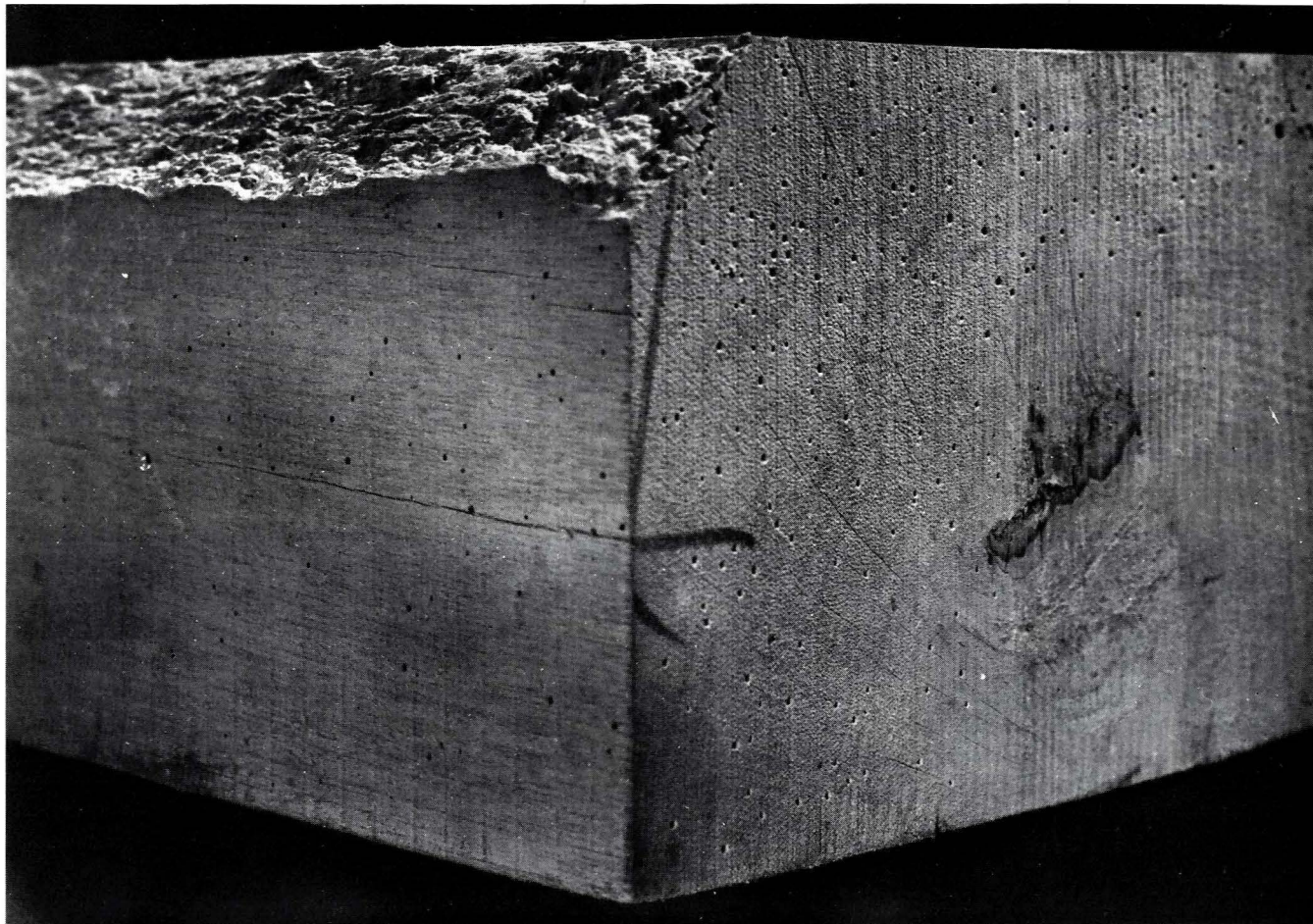
Pour les essences présentant un aubier bien distinct, seul ce dernier pourra être attaqué; le bois de cœur ne le sera jamais. Pour les essences dans lesquelles il n'y a pas de distinction nette entre aubier et bois de cœur (c'est le cas du *Limba*, du *Fuma*, de l'*Ilomba*, etc...), même si, anatomiquement, cette distinction existe, il y a lieu de se montrer prudent et de considérer que toute la masse du bois se trouve soumise à un risque d'attaque certain de la part des *Lyctus* et des *Bostryches* si des mesures de protection efficaces ne sont pas prises.

14. LES FOREURS MARINS

Le bois immergé dans l'eau est automatiquement à l'abri des attaques d'insectes et de champignons et l'on pourrait penser que sa conservation ne pose pas de problèmes. Si cela est vrai pour les bois immergés en eau douce, il n'en est pas de même pour ceux immergés dans des eaux salées ou saumâtres qui recèlent des organismes dont l'action sur le bois est loin d'être négligeable, les foreurs marins.

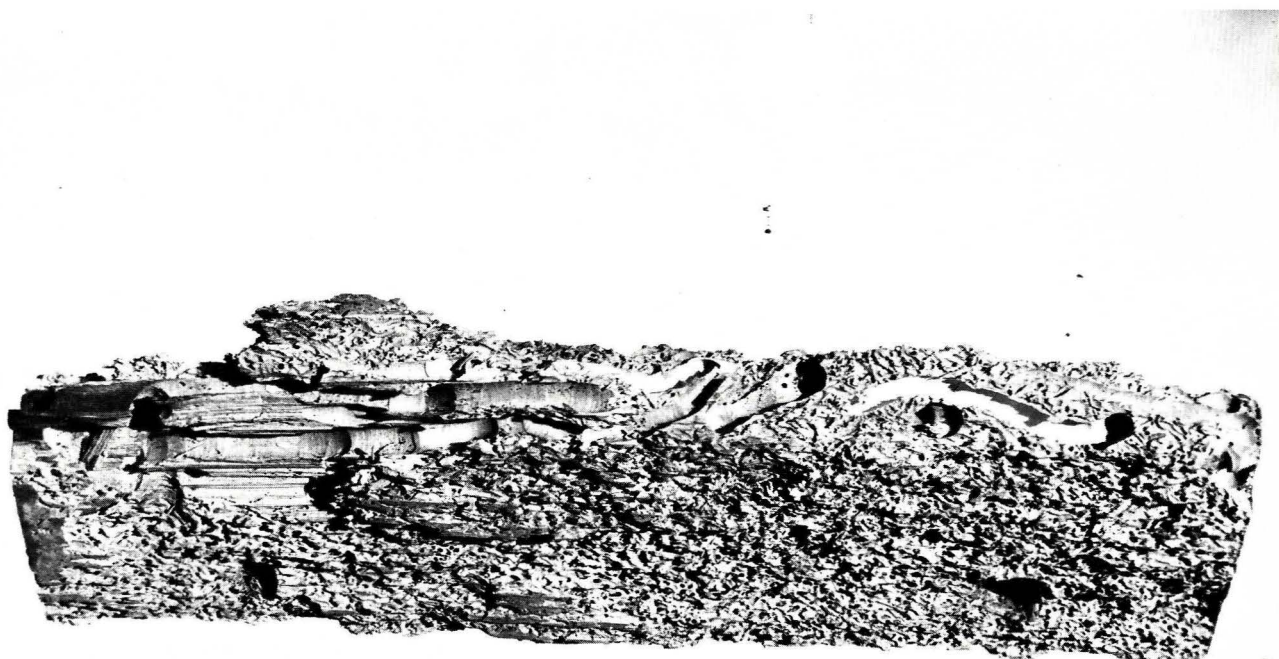
Parmi ces organismes, on peut distinguer :

Des pholades (qui ressemblent à de petites moules) qui se fixent dans le bois et y creusent des loges d'habitation dont les dimensions dépassent rarement six centimètres de longueur et deux centimètres de largeur.



Aspects externe et interne d'une forte attaque de *Lyctus* sur Ilomba
(Photo Chatelain)

Attaques de tarets et de crustacés (Photo J.C. Bollier)



De petits crustacés, armés de solides mandibules à l'aide desquelles ils creusent dans le bois de petits abris individuels.

Les tarets, qui sont de loin les organismes marins les plus redoutables. Ils se rencontrent uniquement dans les eaux salées ou saumâtres. Ils pénètrent dans le bois à l'état de jeunes larves, donc par un très petit orifice, puis ils s'y développent et y passent leur vie entière, assez courte d'ailleurs. Les tarets possèdent un corps cylindrique, en forme de ver, mou et fragile, séparé des parois de la galerie par un manchon calcaire très mince. L'orifice d'entrée, comme nous l'avons souligné précédemment, est très étroit et le demeure, mais le diamètre de la galerie s'accroît parallèlement au diamètre du corps de l'animal et dépasse couramment un centimètre chez certaines espèces. La longueur des galeries (correspondant elle-même à la longueur de l'animal) peut atteindre et même dépasser le mètre.



Taret (Photo Guiscafré)

Il existe de nombreuses espèces de tarets, chacune ayant ses propres conditions optimales de vie, les plus importantes étant la salinité et la température de l'eau. Cela explique en partie la répartition géographique des espèces et leur virulence. Dans les mers tropicales, les tarets constituent un danger plus grave pour les bois que dans les mers tempérées ou froides; les conditions optimales favorables à leur développement y sont en effet maintenues presque constamment. Tel bois, exposé en mer du Nord ou en mer Baltique par exemple, durera plus longtemps qu'en mer Méditerranée, et à plus forte raison que sur la côte gabonaise, dans la lagune Ébrié en Côte d'Ivoire, ou dans l'embouchure du Wouri au Cameroun.

Par ailleurs, il faut signaler que la pullulation des tarets est d'autant plus élevée que le volume de bois offert à leur voracité est plus grand; c'est ainsi que les zones de la côte ouest-africaine, à proximité des grands ports d'embarquement des bois, sont des lieux d'élection pour les tarets et ceux-ci constituent même un réel danger pour les billes stockées un certain temps en eau salée ou saumâtre avant embarquement.

15. CONCLUSION

Les paragraphes qui précèdent ont décrit d'une manière très succincte les différents types d'attaques auxquels risquent d'être soumis les bois mis en œuvre. Ces rappels, bien que sommaires, étaient nécessaires, car connaissant les risques encourus par les bois lors de leur destination finale, l'utilisateur sera mieux à même de comprendre et de mettre en œuvre les méthodes de protection qui assureront au bois une durée de service acceptable. On assiste en effet, trop souvent, à des échecs regrettables, presque toujours dus à une ignorance partielle ou totale des problèmes qui se posent dans le domaine de la préservation des bois.

16. RÉSUMÉ

Les êtres vivants capables de détériorer ou de détruire le bois mis en œuvre comprennent essentiellement : les champignons responsables de la pourriture, les termites, les autres insectes responsables de la « piqûre » et certains organismes marins.

- Les champignons peuvent détériorer profondément le bois dans des conditions bien déterminées d'humidité, de température et d'approvisionnement en oxygène. Un bois sec à l'air, dans la mesure où il ne risque pas de se trouver ensuite fortement et durablement réhumidifié, ne court aucun risque d'attaque fongique; la pourriture ne peut avoir sur lui aucune prise. Par contre, un bois constamment humide risque de se voir rapidement infesté et détruit par les champignons.
- Les risques d'attaques par les termites sont particulièrement importants dans les pays tropicaux, qu'il s'agisse de termites « de bois sec » qui peuvent vivre sans contact avec le sol (l'humidité du bois leur suffit) ou qu'il s'agisse de termites « souterrains » qui, pour satisfaire leurs besoins en eau, doivent être constamment en liaison avec une source d'humidité, généralement le sol, par un réseau plus ou moins dense de galeries.
- L'attaque des *Lyctus* et des *Bostryches* est liée à la présence dans le bois d'une substance de réserve : l'amidon. Ce dernier se trouve toujours dans l'aubier, en quantités plus ou moins importantes et, de ce fait, aucun aubier n'est à l'abri des attaques de ces insectes. Pour les essences présentant un aubier bien distinct, seul l'aubier pourra être attaqué; le bois de cœur ne le sera jamais. Pour les essences dans lesquelles il n'y a pas de distinction nette entre aubier et bois de cœur, même si, anatomiquement, cette distinction existe, il y a lieu de se montrer prudent et de considérer que toute la masse du bois se trouve soumise à un risque d'attaque certain si des mesures de protection efficaces ne sont pas prises.
- Les bois immergés en milieu marin (eaux salées ou saumâtres), s'ils sont à l'abri des insectes et des champignons, possèdent des ennemis redoutables : les foreurs marins. Parmi ceux-ci, on peut distinguer : les pholades, sortes de moules qui creusent des cavités dans le bois, de petits crustacés et les tarets. Ces derniers sont de loin les plus redoutables. Ils creusent dans le bois des galeries qui peuvent atteindre de forts diamètres et de grandes longueurs et arrivent à détruire complètement le bois dans des délais parfois très courts (de l'ordre de quelques mois) si les conditions optimales d'attaque sont remplies — et cela est presque toujours vrai en climat tropical.

2. LA DURABILITÉ NATURELLE DU BOIS

Nous avons étudié, dans le chapitre précédent, les différents types d'attaques auxquels risque d'être soumis le bois mis en œuvre. Dans ce chapitre, nous avons employé le terme « bois » d'une manière générale; en réalité, ce terme n'a plus qu'une signification réduite dès que l'on examine les choses en détail. Entre le Balsa et l'Azobé par exemple, les différences de propriétés sont considérables, densité, dureté, propriétés mécaniques... et aussi durabilité naturelle vis-à-vis des organismes destructeurs du bois, que l'on peut définir comme étant la résistance que le bois présente naturellement, c'est-à-dire sans aucune protection chimique, aux différentes attaques d'insectes, de champignons, etc...

Cette notion de durabilité est une notion purement relative; on ne peut pas dire d'un bois qu'il est durable sans en préciser les conditions d'emploi. Il est bien connu, par exemple, que les risques de détérioration encourus par un poteau télégraphique ou un piquet de clôture sont différents de ceux que peuvent redouter une plinthe ou une charpente abritée. Lorsque l'on s'apprête à mettre un bois en œuvre, il est indispensable de connaître, outre les risques d'attaque de la part des agents destructeurs dans l'emploi envisagé, la durabilité naturelle de ce bois.

Comment connaître cette dernière ? Il est préférable de contacter des organismes spécialisés qui, après avoir recueilli toutes les informations pratiques disponibles, et effectué des essais de laboratoire et de terrain, sont les mieux à même de fournir des renseignements aussi objectifs que possible. Aucun bois n'est, dans l'absolu, totalement imputrescible ni totalement à l'abri des attaques de termites. Cependant, certains possèdent une résistance particulièrement élevée. La Division de Préservation du C.T.F.T. s'est attachée, depuis quelques années, à étudier les causes profondes de la durabilité naturelle de certains bois tropicaux. Il a été prouvé que la résistance des bois à la pourriture et aux termites était principalement liée à la présence, dans les parois cellulaires de ce matériau, de substances chimiques naturelles, appelées communément extraits, à action fongicide ou insecticide. De même, la diminution nette, du moins pour certaines essences, de la durabilité naturelle du bois de l'extérieur du duramen vers l'intérieur de l'arbre, a pu être clairement expliquée par une décroissance radiale des teneurs en extraits à action biocide.

Contrairement à ce qui se passe lorsque l'on évalue la résistance des bois aux pourritures ou aux termites, résistance éminemment variable selon les essences, et parfois à l'intérieur d'une même essence, et qui peut prendre toutes les valeurs d'une échelle très étendue (de non résistant à extrêmement résistant), la détermination des qualités de résistance des bois aux insectes « de bois sec » est simple; il s'agit, en fait, de tout ou rien.

Nous avons vu précédemment que la vulnérabilité d'un bois à l'égard des *Lyctus* et des *Bostryches* était, en fait, essentiellement liée à la présence dans les tissus d'une substance : l'amidon — un simple test chimique rapide indiquant la présence ou l'absence d'amidon indique du même coup la vulnérabilité ou la résistance. Il n'y a pas de demi-mesure; dire d'un bois qu'il est « assez résistant » aux *Lyctus* et aux *Bostryches* n'a rigoureusement aucun sens. Ou bien il remplit les conditions d'attaque et il sera attaqué et détruit à plus ou moins longue échéance; ou bien il ne les remplit pas et il ne pourra jamais être attaqué.

Il est nécessaire, maintenant, d'essayer de faire une classification qui soit aussi objective que possible. Quel que soit son emploi, un bois se trouve toujours mis en œuvre dans l'une des conditions suivantes :

- au contact direct du sol et soumis aux intempéries,
- isolé du sol, mais exposé aux intempéries,
- sous abri, mais au contact permanent d'une source d'humidité,
- isolé du sol et à l'abri de tout risque de réhumidification,
- immergé dans l'eau douce,
- immergé dans l'eau salée ou saumâtre.

21. BOIS MIS EN OEUVRE AU CONTACT DU SOL ET SOUMIS AUX INTEMPÉRIES

Les principaux emplois dans lesquels le bois se trouve dans ces conditions sont les suivants : traverses de chemin de fer, poteaux de télécommunications et de transport d'énergie électrique, palissades, pilotis, etc... Dans ces emplois, se trouvent réunies les conditions les plus mauvaises quant à la conservation du bois : risque permanent de pourriture et d'attaque par les termites (dans les régions termitées). Dans ces expositions, les bois susceptibles d'être employés, sans qu'aucune protection chimique préalable leur ait été assurée, devraient avoir une résistance très élevée et très durable vis-à-vis de l'ensemble des organismes destructeurs du bois. Dans les régions tropicales où, nous l'avons vu, les risques conjoints des champignons et des termites existent en permanence tout au long de l'année, pratiquement aucun bois ne peut être employé à des usages de longue durée sans protection chimique.



Grave pourriture d'une traverse en bois insuffisamment préservée
(Photo Fougrousse)

Maison tout en bois dans l'Empire Centrafricain (Photo Guigonis)



22. BOIS MIS EN OEUVRE, ISOLÉ DU SOL MAIS EXPOSÉ AUX INTEMPÉRIES

Les principaux emplois dans lesquels le bois se trouve dans ces conditions sont les suivants : menuiseries extérieures, charpentes exposées, charpentes de ponts, etc... Lorsqu'un bois est ainsi mis en œuvre, il est beaucoup moins exposé aux attaques de champignons que dans le cas précédent, puisque son humidité n'est plus maintenue en permanence au taux favorisant l'action de la pourriture. La seule source d'humidification est constituée par les pluies, les eaux de condensation. Alors que pour les bois au contact du sol, l'humidification est constituée par les bois isolés du sol, mais exposés aux intempéries, l'action de l'eau est intermittente. A une humidification superficielle peut succéder rapidement un séchage des zones externes des pièces et il est alors rare que la pourriture puisse s'installer et se développer. Néanmoins, si, pour une raison quelconque, l'eau parvient à stagner à un certain niveau (fentes, assemblages disjoints...), alors la pourriture apparaîtra dans les parties humides et par la suite pourra se développer dans les parties saines. **C'est pour cette raison que l'on doit utiliser dans les pays tropicaux, pour ce type d'emploi, des essences de très bonne durabilité naturelle (cf. Tableaux II et II bis, pages 42 à 48).**

Il faut souligner ici que ces indications ne valent que pour le bois parfait; l'aubier possède en général une durabilité médiocre.

23. BOIS MIS EN OEUVRE SOUS ABRI, MAIS AU CONTACT PERMANENT D'UNE SOURCE D'HUMIDITÉ

C'est dans cette catégorie d'emploi que se produisent les incidents de conservation les plus fréquents, dus le plus souvent à un optimisme exagéré. Le bois est sous abri, isolé de l'humidité du sol. On a pris la précaution de le mettre en œuvre sec à l'air. Et pourtant, le bois pourrit. Où se produisent généralement ces pourritures ? Sur du bois au contact de maçonneries humides, dans les salles de bain, dans les placards sous éviers, sur les pièces d'encastrement des climatiseurs, en tout cas toujours dans des endroits où le bois a été réhumidifié par des eaux de condensation ou tout simplement par de minuscules fuites d'eau. Au risque d'attaque par les champignons, s'ajoute également le risque d'attaque par les insectes tel qu'il sera évoqué dans le paragraphe suivant.

Il est donc prudent de n'utiliser pour ces emplois assez exposés que des bois de bonne durabilité naturelle (cf. Tableaux II et II bis, pages 42 à 48).

24. BOIS MIS EN OEUVRE, ISOLÉ DU SOL ET A L'ABRI DE TOUT RISQUE DE RÉHUMIDIFICATION

Dans ces conditions, qui sont celles de la majorité des menuiseries intérieures (parquets, escaliers, portes, plinthes...) et du mobilier, seule est à prendre en considération la durabilité du bois à l'égard des insectes de bois secs. En effet, sauf dans des cas exceptionnels, les risques d'attaque par les champignons et les termites n'interviennent pas si la construction à l'intérieur de laquelle les bois seront mis en œuvre est elle-même bien conçue et saine. Nous avons vu précédemment que lorsque les essences possèdent un bois parfait et un aubier distincts, le bois parfait est inattaquable par les Lyctus et les Bostryches. C'est le cas, par exemple, du Sipo, du Niangon, du Sapelli, du Tiama, du Kapur, de l'Amarante, du Kouali, du Wapa... **Pour ces essences, il n'y a pas lieu d'envisager de traitement de préservation du bois parfait. Par contre, si les pièces de bois contiennent des parties aubieuses, il y a nécessité d'appliquer un traitement à ces parties, et seulement à celles-ci.**

Pour certaines essences à bois parfait et aubier non ou mal différenciés (cf. Tableau I, page 39), toute la masse du bois est sensible ou doit être considérée comme sensible aux insectes de bois sec et leur utilisation ne peut s'envisager que si une protection préalable leur est apportée.

25. BOIS IMMERGÉ DANS L'EAU DOUCE

Complètement immergé dans l'eau douce, le bois n'a rien à redouter des insectes et des champignons et, en général, il se conserve très bien. Cependant, lorsque le bois est en partie immergé (pilotis en eau douce, ouvrages fluviaux), la zone émergée se trouve exposée à la pourriture (cas des bois au contact permanent d'une source d'humidité, étudié précédemment).

TABLEAU I
ESSENCES A BOIS PARFAIT ET AUBIER
NON OU MAL DIFFÉRENCIÉS

Appellation ATIBT	Provenance	Nom scientifique
Ako.	Af	<i>Antiaris toxicaria</i> Lesch.
Benuang.	As	<i>Octomeles sumatrana</i> Miq.
Duabanga.	As	<i>Duabanga moluccana</i> Bl.
Ekoune	Af	<i>Coelocaryon preussii</i> Warb.
Emien	Af	<i>Alstonia boonei</i> De Wild.
Essessang	Af	<i>Ricinodendron heudelotii</i> Pierre
Fuma	Af	<i>Ceiba pentandra</i> Gaertn.
Geronggang	As	<i>Cratoxylon arborescens</i> Blume
Ilomba.	Af	<i>Pycnanthus angolensis</i> Warb.
Jelutong.	As	<i>Dyera costulata</i> Hook. f.
Kondroti	Af	<i>Rhodognaphalon brevicuspe</i> Roberty
Koto	Af	<i>Pterygota</i> spp.
Lauan white	As	<i>Pentacme</i> spp.
Limba	Af	<i>Terminalia superba</i> Engl. & Diels
Machang	As	<i>Mangifera</i> spp.
Marupa	Am	<i>Simaruba</i> spp.
Obeche	Af	<i>Triplochiton scleroxylon</i> K. Schum.
Ohia	Af	<i>Celtis</i> spp.
Onzabili.	Af	<i>Antrocaryon klaineum</i> Pierre
Pulai	As	<i>Alstonia</i> spp.
Punah	As	<i>Tetramerista glabra</i> Miq.
Ramin	As	<i>Gonystylus</i> spp.
Sesendok	As	<i>Endospermum</i> spp.
Virola	Am	<i>Virola</i> spp.



Estacade en eau salée (Photo Vivier)

26. BOIS IMMERGÉ EN EAU SALÉE OU SAUMÂTRE

Dans cette exposition, les bois sont susceptibles d'être attaqués par les xylophages marins (tarets, pholades,...). Nous avons vu que l'évolution et la gravité des attaques étaient fortement liées à la salinité, à la température de l'eau, à l'infestation éventuelle (dans les ports...). C'est pour cette raison, qu'il est très difficile de préjuger du comportement exact d'un bois et de prévoir une durée d'utilisation, même approximative. Ceci dit, les bois présentent une résistance naturelle très variable vis-à-vis des xylophages marins. Si certains bois peuvent être utilisés en climat tempéré et résister un temps appréciable, il en va autrement en zone tropicale où, seules, quelques rares essences (qui, par ailleurs, présentent de grosses difficultés de sciage en raison de leur teneur très élevée en silice) peuvent espérer avoir une durée de service suffisamment longue. Citons, par exemple, l'Azobé dont la tenue en Mer du Nord peut être qualifiée de bonne et qui résiste plutôt mal aux xylophages marins dans les eaux tropicales. Pour la majorité des bois, il semble que leur emploi dans les eaux salées soit subordonné au développement des produits et des techniques de préservation.

27. RÉSUMÉ

Les différents bois se comportent vis-à-vis de leurs agents destructeurs, champignons, termites, *Lyctus*, *Bostryches* et xylophages marins d'une manière très variable.

On appelle durabilité naturelle la résistance que le bois présente naturellement, c'est-à-dire sans protection chimique, aux différentes attaques d'ordre biologique. La durabilité naturelle du bois vis-à-vis des champignons, des termites et des organismes destructeurs du bois en milieu marin est très variable suivant les essences considérées, et parfois même à l'intérieur d'une même essence.

La résistance naturelle du bois vis-à-vis des *Lyctus* et des *Bostryches* (insectes de bois sec) relève d'une règle simple :

- si les essences possèdent un bois de cœur et un aubier bien distincts, le bois de cœur est naturellement résistant à ces insectes, alors que l'aubier ne l'est pas.
- certaines essences (Limba, Ilomba, Obeche, Marupa...), pour lesquelles la distinction aubier-bois de cœur ne peut se faire, sont sensibles dans la masse et ne pourront être employées que dans la mesure où un traitement de préservation approprié leur aura été préalablement appliqué.

Le lecteur pourra trouver dans les tableaux II et II bis, pages 42 à 48, un certain nombre de renseignements sur la résistance à la pourriture, aux termites et aux lyctus des essences tropicales les plus courantes.

3. PRÉSERVATION DES BOIS AVANT MISE EN OEUVRE

Au cours des chapitres précédents, le lecteur a pu se familiariser avec le bois, et particulièrement avec les organismes vivants qui peuvent compromettre sa bonne conservation dans le temps. Il a pu constater que certaines essences, possédant une durabilité suffisante pour l'emploi envisagé, pouvaient être utilisées sans traitement chimique préalable. Ceci implique que d'autres essences doivent subir, en l'absence d'une résistance naturelle satisfaisante, un traitement de préservation. De plus, la relative raréfaction des bois de bonne durabilité naturelle, et surtout le désir des responsables des pays tropicaux de promouvoir de nouvelles essences (souvent abondantes et intéressantes du point de vue technologique, mais présentant des faiblesses certaines quant à leur conservation), ont introduit sur le marché des bois qui nécessitent des mesures précises de préservation.

Préserver un bois, c'est lui assurer, par le truchement de produits chimiques fongicides et insecticides correctement appliqués, la résistance qu'il n'a pas naturellement et cela pour une durée aussi longue que possible. Préserver un bois, c'est donc assurer sa bonne conservation. Cette opération n'a de sens que si son action demeure valable pendant au minimum une dizaine d'années, et si possible bien davantage.

Protéger un bois, c'est également faire en sorte qu'il soit mis en œuvre dans les meilleures conditions possibles. Dans la construction, en région termitée par exemple, traiter le terrain avec un produit anti-termites, isoler la maison du sol par des pilotis en béton, assurer une ventilation convenable de l'habitation, sont autant de mesures qui, en diminuant les risques d'attaques, contribueront à une meilleure conservation des bois utilisés.

Dans les chapitres qui vont suivre, nous étudierons successivement : les produits de préservation du bois et les procédés d'application. Puis, nous passerons en revue les problèmes qui se posent pour les différentes utilisations du bois (menuiseries, bois ronds...) et les mesures préventives qui s'y rattachent.

31. LES PRODUITS DE PRÉSERVATION DU BOIS MIS EN OEUVRE

Les produits commerciaux de préservation du bois mis en œuvre sont à l'heure actuelle, dans leur très grande majorité, des produits conçus et fabriqués pour la protection des bois en climat tempéré où les conditions de conservation des bois sont meilleures que dans les pays tropicaux. Il n'est pas du tout certain qu'un produit parfaitement efficace en France le soit de la même manière au Gabon ou en Côte d'Ivoire, ni qu'il puisse être employé aux mêmes doses. Des expériences malheureuses ont montré qu'il était imprudent de vouloir introduire, en zones tropicales, sans aucune précaution, des formulations étudiées pour l'Europe Occidentale (de telles mésaventures se sont également produites pour certains produits de protection des grumes en forêt). Il est plus raisonnable de croire qu'en raison des conditions climatiques locales beaucoup plus dures, de nombreux produits commerciaux ne peuvent conférer au bois une protection convenable pendant une durée suffisante.

C'est pourquoi, il faut apporter beaucoup de soin au choix d'un produit de préservation et il est conseillé à l'utilisateur éventuel de se fier plus aux conclusions des laboratoires officiels spécialisés qu'aux réclames et autres renseignements à caractère publicitaire. Il est important de souligner ici l'intérêt, pour chaque pays, qu'il y aurait à établir, non seulement une procédure d'agrément des produits de préservation fondée sur une expérimentation appropriée, mais aussi des documents normatifs prenant en compte le couple « produit-mode d'application » par rapport au couple « emploi-essence ». A ce sujet, rien n'interdit de penser qu'il pourrait y avoir une concertation entre les États concernés pour l'établissement de telles procédures et de tels documents.

TABLEAU II
DURABILITÉ NATURELLE ET IMPRÉGNABILITÉ DE 150 BOIS TROPICAUX

Appellation ATIBT	Provenance	Nom scientifique	Durabilité naturelle			Imprégnabilité
			Champignons	Termites	Lyctus ⁽¹⁾	
Abura	Af	<i>Mitragyna</i> spp.	5	5	0	2
Acajou d'Afrique	Af	<i>Khaya</i> spp.	3	5	1	3
Afrormosia	Af	<i>Pericopsis elata</i> Van Meeuwen	1	1	1	3
Aiélé	Af	<i>Canarium schweinfurthii</i> Engl.	5	5	1	3
Ako	Af	<i>Antiaris toxicaria</i> Lesch.	5	5	0	1
Akossika	Af	<i>Scottellia</i> spp.	5	5	0	1
Alerce	Am	<i>Fitzroya cupressoides</i> Johnston	3	—	1	3
Almon	As	<i>Shorea almon</i> Foxw.	4	4	0	2
Amarante	Am	<i>Peltogyne</i> spp.	2	2	1	3
Andiroba	Am	<i>Carapa guianensis</i> Aubl.	4	3	1	3
Andoung	Af	<i>Monopetalanthus</i> spp.	5	5	0	2
Aningré	Af	<i>Aningeria</i> spp.	5	5	1	1
Avodiré	Af	<i>Turraeanthus africana</i> Pellegr.	4	3	1	3
Azobé	Af	<i>Lophira alata</i> Banks	1	1	1	3
Bagasse	Am	<i>Bagassa</i> spp.	1	1	1	3
Balau	As	<i>Shorea</i> spp., section <i>Eushorea</i>	1	1	1	3
Balau Red	As	<i>Shorea</i> spp., section <i>Rubroshorea</i>	3	3	1	3
Basralocus	Am	<i>Dicorynia guianensis</i> Amsh.	3	2	1	3
Benuang	As	<i>Octomeles sumatrana</i> Miq.	5	5	0	2
Bilinga	Af	<i>Nauclea diderrichii</i> Merrill	1	1	1	2
Billian	As	<i>Eusideroxylon zwageri</i> Teijsm. & Binn.	1	1	1	3
Bintangor	As	<i>Calophyllum</i> spp.	3	3	1	3
Bomanga	Af	<i>Brachystegia</i> spp.	3	3	1	3
Bossé	Af	<i>Guarea</i> spp.	2	3	1	3
Bubinga	Af	<i>Guibourtia</i> spp.	1	1	1	3
Cedro	Am	<i>Cedrela</i> spp.	3	3	1	3
Chengal	As	<i>Balanocarpus heimii</i> King	1	1	1	3
Coïgue	Am	<i>Nothofagus dombeyi</i> Bl.	4	—	1	3

TABLEAU II (suite)

Appellation ATIBT	Provenance	Nom scientifique	Durabilité naturelle			Imprégnabilité
			Champignons	Termites	Lyctus ⁽¹⁾	
Congotali	Af	<i>Letestua durissima</i> H. Lec.	1	1	1	3
Couratari	Am	<i>Couratari</i> spp.	4	3	1	3
Courbaril	Am	<i>Hymenaea courbaril</i> L.	2	2	1	3
Dabéma	Af	<i>Piptadeniastrum africanum</i> Brenan	3	2	1	3
Dibétou	Af	<i>Lovoa</i> spp.	3	4	1	2-3
Difou	Af	<i>Morus mesozygia</i> Stapf.	1	1	1	3
Doussié	Af	<i>Afzelia</i> spp.	1	1	1	3
Duabanga	As	<i>Duabanga moluccana</i> Bl.	5	5	0	2
Ebiara	Af	<i>Berlinia</i> spp.	3	3	1	3
Ekaba	Af	<i>Tetraberlinia</i> spp.	4	5	1	2
Ekoune	Af	<i>Coelocaryon preussii</i> Warb.	5	5	0	1
Emien	Af	<i>Alstonia boonei</i> De Wild.	5	5	0	1
Essessang	Af	<i>Ricinodendron heudelotii</i> Pierre	5	5	0	1
Eyong	Af	<i>Eribroma oblonga</i> Bod.	4	4	1	3
Eyoum	Af	<i>Dialium</i> spp.	1	1	1	3
Faro	Af	<i>Daniellia</i> spp.	5	5	1	2
Framiré	Af	<i>Terminalia ivorensis</i> A. Chev.	3	4	1	2
Fuma	Af	<i>Ceiba pentandra</i> Gaertn.	5	5	0	1
Geronggang	As	<i>Cratoxylon arborescens</i> Blume	5	5	0	2
Gommier	Am	<i>Dacryodes excelsa</i> Vahl.	4	4	1	3
Gonfolo	Am	<i>Qualea</i> spp.	3	3	1	1-2
Goupi	Am	<i>Goupia glabra</i> Aubl.	2	2	1	2
Greenheart	Am	<i>Ocotea rodiaei</i> Mez	1	1	1	3
Iatandza	Af	<i>Albizia ferruginea</i> Benth.	2	2	1	3
Igaganga	Af	<i>Dacryodes igaganga</i> Aub. & Pellegr.	4	5	1	3
Ilomba	Af	<i>Pycnanthus angolensis</i> Warb.	5	5	0	1
Inga	Am	<i>Inga</i> spp.	4	4	1	3
Ipé	Am	<i>Tabebuia</i> spp.	1	1	1	3
Iroko	Af	<i>Chlorophora excelsa</i> Benth. & Hook. f.	2	2	1	3
Izombé	Af	<i>Testulea gabonensis</i> Pell.	2-3	2	1	3

TABLEAU II (suite)

Appellation ATIBT	Provenance	Nom scientifique	Durabilité naturelle			Imprégnabilité
			Champignons	Termites	Lyctus ⁽¹⁾	
Jaboty	Am	<i>Erismia Uncinatum</i> Warm.	2	4	1	3
Jelutong	As	<i>Dyera costulata</i> Hook. f.	5	5	0	1
Jequitiba	Am	<i>Cariniana</i> spp.	3	1	1	3
Kanda	Af	<i>Beilschmiedia</i> spp.	1-2	1	1	3
Kapur	As	<i>Dryobalanops</i> spp.	1-2	2	1	3
Kasai	As	<i>Pometia pinnata</i> Forst.	4	3	0	3
Kempas	As	<i>Koompassia malaccensis</i> Maing.	3	4	1	1
Keruing	As	<i>Dipterocarpus</i> spp.	3	3	1	2-3
Kondroti	Af	<i>Rhodognaphalon brevispe</i> Roberty	5	5	0	1
Kosipo	Af	<i>Entandrophragma candollei</i> Harms	3	3	1	3
Kotibé	Af	<i>Nesogordonia</i> spp.	2	1	1	3
Koto	Af	<i>Pterygota</i> spp.	5	5	0	1
Landa	Af	<i>Erythroxylum mannii</i> Oliv.	1	1	1	3
Lati	Af	<i>Amphimas</i> spp.	4	3	0	1
Lauan Red	As	<i>Shorea</i> spp., section <i>Rubroshorea</i>	4	3	1	3
Lauan White	As	<i>Parashorea</i> spp. + <i>Pentacme</i> spp.	5	5	0	2
Lauan Yellow	As	<i>Shorea</i> spp., des sections <i>Anthoshorea</i> et <i>Richetia</i>	4	3	0	3
Limba	Af	<i>Terminalia superba</i> Engl. & Diels	5	5	0	1-2
Limbali	Af	<i>Gilbertiodendron</i> spp.	2	3	1	3
Longhi	Af	<i>Gambeya</i> spp.	4	3	1	2
Lotofa	Af	<i>Sterculia rhinopetala</i> K. Schum	3	3	1	3
Louro Vermelho	Am	<i>Ocotea rubra</i> Mez.	2	2	1	3
Maçaranduba	Am	<i>Manilkara bidentata</i> A. Chev.	1	1	1	3
Machang	As	<i>Mangifera</i> spp.	4	5	0	1
Mahogany	Am	<i>Swietenia macrophylla</i> King	3	5	1	3
Makoré	Af	<i>Tieghemella heckelii</i> Pierre	1	1	1	3
Manbarklak	Am	<i>Eschweilera</i> spp.	1	1	1	3
Manil	Am	<i>Symphonia globulifera</i> L. f.	3	3	1	3
Mansonie	Af	<i>Mansonie altissima</i> A. Chev.	2	1	1	3

TABLEAU II (suite)

Appellation ATIBT	Provenance	Nom scientifique	Durabilité naturelle			Imprégnabilité
			Champignons	Termites	Lyctus ⁽¹⁾	
Marupa	Am	<i>Simaruba</i> spp.	5	5	0	1
Mayapis	As	<i>Shorea squamata</i> Dyer	3-4	4	1	3
Medang	As	<i>Dehaasia</i> spp.	5	5	0	3
Mengkulang	As	<i>Tarrietia</i> spp.	4	5	1	2-3
Meranti Bakau	As	<i>Shorea rugosa</i> Sym.	3	—	1	3
Meranti Dark Red	As	<i>Shorea</i> spp., section <i>Rubroshorea</i>	3	3	1	3
Meranti Light Red	As	<i>Shorea</i> spp., section <i>Rubroshorea</i>	4	4	1	3
Meranti Red	As	<i>Shorea</i> spp., section <i>Rubroshorea</i>	4	4	1	3
Meranti White	As	<i>Shorea</i> spp., section <i>Anthoshorea</i>	4	4	0	2
Meranti Yellow	As	<i>Shorea</i> spp., section <i>Richetia</i>	4	4	0	3
Merawan	As	<i>Hopea</i> spp.	2-3	3	0	3
Merbau	As	<i>Intsia</i> spp.	1-2	1	1	3
Mersawa	As	<i>Anisoptera</i> spp.	2	3	1	3
Moabi	Af	<i>Baillonella toxisperma</i> Pierre	1	1	1	3
Movingui	Af	<i>Distemonanthus benthamianus</i> Baill.	2	3	1	2-3
Mukulungu	Af	<i>Autranella congolensis</i> A. Chev.	1	1	1	3
Muninga	Af	<i>Pterocarpus angolensis</i> DC.	1	1	1	2-3
Naga	Af	<i>Brachystegia</i> spp.	4	3	1	3
Niangon	Af	<i>Tarrietia</i> spp.	3	3	1	3
Niové	Af	<i>Staudtia stipitata</i> Warb.	1	1	1	3
Nyato	As	<i>Palaquium</i> spp.	4	3	1	3
Obeche	Af	<i>Triplochiton scleroxylon</i> K. Schum.	5	5	0	2-3
Oboto	Af	<i>Mammea africana</i> Sabine	1	1	1	3
Ohia	Af	<i>Celtis</i> spp.	5	5	0	1
Okan	Af	<i>Cylicodiscus gabunensis</i> Harms	1	1	1	3
Okoumé	Af	<i>Aucoumea klaineana</i> Pierre	4	5	1	3
Olon	Af	<i>Fagara heitzii</i> Aubrev. & Pellegr.	4	3	1	3
Onzabili	Af	<i>Antrocaryon klaineanum</i> Pierre	5	5	0	2
Ovèngkol	Af	<i>Guibourtia ehie</i> J. Léonard	2	2	1	3
Ovoga	Af	<i>Poga oleosa</i> Pierre	4	5	1	1

TABLEAU II (suite et fin)

Appellation ATIBT	Provenance	Nom scientifique	Durabilité naturelle			Imprégnabilité
			Champignons	Termites	Lyctus(1)	
Ozigo	Af	<i>Dacryodes buettneri</i> H. J. Lam.	4	5	1	3
Padauk	As	<i>Pterocarpus</i> spp.	1	1	1	3
Padouk	Af	<i>Pterocarpus soyauxii</i> Taub.	1	1	1	2
Parcouri	Am	<i>Platonia insignis</i> Mart.	2	2	1	3
Peroba de Campos	Am	<i>Paratecoma peroba</i> Kuhlm.	2	2	1	3
Pulai	As	<i>Alstonia</i> spp.	5	5	0	1
Punah	As	<i>Tetramerista glabra</i> Miq.	4	4	0	3
Pyinkado	As	<i>Xylia</i> spp.	1	1	1	3
Quaruba	Am	<i>Vochysia</i> spp.	4	5	1	2
Ramin	As	<i>Gonystylus</i> spp.	5	5	0	1
Rengas	As	<i>Gluta</i> spp. et <i>Melanorrhoea</i> spp.	4	3	1	3
Resak	As	<i>Vatica</i> spp.	4	3	1	3
Safukala	Af	<i>Dacryodes</i> spp.	4	2	1	3
Saint-Martin rouge	Am	<i>Andira</i> spp.	2	2	1	3
Sapelli	Af	<i>Entandrophragma cylindricum</i> Sprague	3	2	1	3
Sépétir	As	<i>Sindora</i> spp.	4	4	0	3
Seraya White	As	<i>Parashorea</i> spp.	4	5	0	3
Sesendok	As	<i>Endospermum</i> spp.	5	5	0	1
Sipo	Af	<i>Entandrophragma utile</i> Sprague	3	2	1	3
Sougué	Af	<i>Parinari</i> spp.	4	1	1	1
Sucupira	Am	<i>Diploptropis purpurea</i> Amsh.	1	1	1	3
Tali	Af	<i>Erythrophleum</i> spp.	1	1	1	3
Tchitola	Af	<i>Oxystigma oxyphyllum</i> J. Léonard	3	2	1	3
Teak	As	<i>Tectona grandis</i> L. f.	1	1	1	3
Tepa	Am	<i>Laurelia philippiana</i> Looser	5	5	—	1
Thitka	As	<i>Pentace</i> spp.	3-4	3	1	3
Tiama	Af	<i>Entandrophragma angolense</i> C. DC.	4	5	1	2
Tola	Af	<i>Gossweilerodendron balsamiferum</i> Harms	3	4	1	2
Virola	Am	<i>Virola</i> spp.	5	5	0	1
Wacapou	Am	<i>Vouacapoua americana</i> Aubl.	1	1	1	3
Walaba	Am	<i>Eperua</i> spp.	1	1	1	3
Wengé	Af	<i>Milletia</i> spp.	1	1	1	3

Légende : *résistance aux champignons*
 1 : bois très durables
 2 : bois durables à très durables
 3 : bois durables
 4 : bois moyennement durables
 5 : bois peu ou non durables

résistance aux termites
 1 : bois très résistants
 2 : bois résistants
 3 : bois moyennement résistants
 4 : bois peu résistants
 5 : bois non résistants

résistance aux Lyctus
 1 : bois non attaquables
 0 : bois attaquables

Imprégnabilité
 1 : bois imprégnables
 2 : bois moyennement imprégnables
 3 : bois peu ou non imprégnables

(1) Les caractères de vulnérabilité aux attaques de Lyctus indiqués dans ce tableau concernent naturellement le bois parfait, non l'aubier, lequel, en règle générale, doit être considéré comme attaquant par les Lyctus.

TABLEAU II bis
DURABILITÉ NATURELLE ET IMPRÉGNABILITÉ DE QUELQUES ESSENCES DE PLANTATION
(pour les légendes, se reporter à la fin du tableau II)

Nom usuel	Nom scientifique	Durabilité naturelle			Imprégnabilité
		Champignons	Termites	Autres insectes de bois sec	
Acajou du Sénégal	<i>Khaya senegalensis</i>	3	1	1	1
Albizia.	<i>Paraserianthes falcataria</i>	5	4	0	2
Albizia.	<i>Albizia lebbek</i>	4	4	1	2
Araucaria	<i>Araucaria cunninghamii</i>	5	5	0	2
Araucaria	<i>Araucaria hunsteinii</i>	5	5	0	2
Bouleau d'Afrique	<i>Anogeissus leiocarpus</i>	2	2	1	—
Cad.	<i>Acacia albida</i>	5	5	0	—
Cassia du Siam	<i>Cassia siamea</i>	2	2	1	3
Cedrela	<i>Cedrela odorata</i>	3	4	1	3
Cocotier (zone externe du stipe)	<i>Cocos nucifera</i>	2	1	1	3
Cordia	<i>Cordia alliodora</i>	3	3	—	3
Cyprès.	<i>Cupressus lusitanica</i>	3	3	—	1-2
Cyprès.	<i>Cupressus sempervirens</i>	3	3	—	1-2
Dattier.	<i>Phoenix dactylifera</i>	1	1	1	3
Doum	<i>Hyphoaeanae thebaïca</i>	1	1	1	3
Eucalyptus	<i>Eucalyptus camaldulensis</i>	2-3	3	1	3
Eucalyptus	<i>Eucalyptus citriodora</i>	2	2	1	3
Eucalyptus	<i>Eucalyptus cloeziana</i>	1	1	1	3
Eucalyptus	<i>Eucalyptus paniculata</i>	2	2	1	3

TABLEAU II bis (suite et fin)

Nom usuel	Nom scientifique	Durabilité naturelle			Imprégnabilité
		Champignons	Termites	Autres insectes de bois sec	
Eucalyptus	<i>Eucalyptus pellita</i>	2-3	3	1	3
Eucalyptus	<i>Eucalyptus pilularis</i>	1-2	2	1	3
Eucalyptus	<i>Eucalyptus saligna</i>	4	3	1	3
Eucalyptus	<i>Eucalyptus tereticornis</i>	2-3	4	1	3
Filao	<i>Casuarina equisetifolia</i>	4	2	1	3
Gmelina	<i>Gmelina arborea</i>	4	4	0	2
Gonakié	<i>Acacia nilotica</i>	2-3	3	1	3
Grevillea	<i>Grevillea robusta</i>	4	4	0	2
Hévéa	<i>Hevea brasiliensis</i>	5	5	0	3
Neem	<i>Azadirachta indica</i>	2	2	1	3
Pin des Caraïbes	<i>Pinus caribaea</i>	3-4	3	1	2
Pin	<i>Pinus elliottii</i>	4	4	1	1
Pin	<i>Pinus kesiya</i>	4	4	—	2
Pin	<i>Pinus merkusii</i>	5	5	—	2
Pin	<i>Pinus oocarpa</i>	3-4	3	1	2
Pin	<i>Pinus patula</i>	5	5	0	1
Prosopis	<i>Prosopis africana</i>	1	1	1	3
Prosopis	<i>Prosopis cineraria</i>	1	1	1	3
Prosopis	<i>Prosopis juliflora</i>	1	1	1	3
Rônier	<i>Borassus aethiopium</i>	1	1	1	3

Les produits de préservation du bois actuels se classent en quatre catégories : les produits huileux naturels, les produits de synthèse en solution organique, les produits de synthèse hydrodispersables, les produits salins, généralement en solution aqueuse.

311. Qualités que doit avoir un produit de préservation du bois

Il doit remplir un certain nombre de conditions essentielles :

- être efficace contre les agents de destruction du bois (champignons, insectes de bois sec, termites...) donc être fongicide et insecticide.
- avoir une action aussi durable que possible, c'est-à-dire être chimiquement stable et résister aux risques d'usure que sont le délavage (par la pluie, les eaux de condensation, l'eau du sol) et l'évaporation (sous l'action de la chaleur).
- ne pas altérer les propriétés physiques et mécaniques du bois.
- pouvoir pénétrer convenablement dans le bois par l'un au moins des procédés courants de traitement.

A ces conditions essentielles et impératives s'en ajoutent d'autres également importantes :

- ne pas être d'une utilisation dangereuse au moment du traitement.
- ne pas conférer, si possible, au bois une toxicité envers l'homme ou les animaux (cette condition est impérative pour les bois à usage intérieur aux habitations, pour les bois de construction d'abris d'animaux...).
- ne pas corrompre ni rendre impropres à la consommation les substances alimentaires se trouvant en contact avec le bois traité.
- n'augmenter ni l'inflammabilité, ni la combustibilité du bois.
- ne pas être corrosif à l'égard des métaux ou l'être le moins possible.
- dans les usages intérieurs, ne pas donner au bois une odeur persistante.
- pour les bois destinés à être employés nus ou vernis, ne pas changer la couleur du bois et ne pas gêner l'application des vernis.
- pour les bois à peindre, ne pas gêner l'application de la peinture.

Lorsque l'on aura à choisir un produit de préservation, on devra d'abord s'assurer que les quatre conditions essentielles sont remplies. On veillera ensuite à ce que les conditions « accessoires » le soient également dans la mesure du possible.

312. Les différents types de produits de préservation

312.1. Les produits huileux naturels

Les produits huileux naturels sont représentés essentiellement par des produits de distillation des goudrons de houille : ce sont les **créosotes**. Ils se caractérisent par une couleur foncée, une odeur prononcée, une viscosité élevée à température ambiante. Ils sont insecticides, fongicides, chimiquement très stables. Ils ont une durée d'action très longue, car résistant remarquablement aussi bien à l'usure par délavage qu'à l'usure par évaporation.

Ils possèdent donc des avantages certains. Ils présentent, par contre, des inconvénients : ils confèrent au bois traité une couleur noire et une odeur caractéristique tenace. Ce sont ces inconvénients qui limitent l'emploi des créosotes aux bois qui seront exposés à l'air libre (qui songerait à utiliser dans un local d'habitation des bois traités à la créosote ?). Les créosotes possèdent également un autre inconvénient : si elles étaient appliquées au bois par simple trempage ou simple badigeonnage, leur viscosité élevée ne leur permettrait de pénétrer que très peu dans le bois. C'est pourquoi, ces produits sont exclusivement réservés au traitement en imprégnation sous pression, tel que nous l'étudierons dans le chapitre suivant, et qui nécessite un investissement important que seule une grosse entreprise peut consentir.

312.2. Les produits de synthèse en solution organique

Ces produits sont des formulations commerciales élaborées contenant, d'une part des produits actifs fongicides et insecticides, d'autre part des corps appelés adjuvants influant sur diverses propriétés de la formulation, et particulièrement sur sa pénétrabilité et sa fixation dans le bois. Tous ces produits sont mis en solution dans un solvant organique.

Il existe, bien sûr, de nombreux fongicides de synthèse, mais le plus utilisé dans le domaine de la préservation des bois est sans conteste le **pentachlorophénol**.

L'insecticide le plus habituel est le **lindane** qui présente le double avantage d'être très efficace vis-à-vis des insectes et de ne présenter qu'une faible toxicité envers l'homme et les animaux domestiques.

La majorité des formulations commerciales sont fabriquées à partir des mêmes principes actifs et le lecteur pourrait penser que l'élaboration d'un produit ne pose aucun problème, qu'il suffit de dissoudre un peu de pentachlorophénol et de lindane dans un solvant quelconque pour obtenir un produit valable. Il ferait alors une grave erreur. La mise au point d'un bon produit répondant aux conditions essentielles énumérées au paragraphe 311 est, en fait, un travail de chimistes spécialisés. **Les différences de qualité que l'on peut observer entre des produits contenant les mêmes principes actifs et à la même teneur, viennent toujours des adjuvants et c'est du choix judicieux de ceux-ci que dépend la valeur d'un produit**, et parfois son prix.

Parmi les produits de synthèse en solution organique, on peut distinguer :

- des produits légers et incolores ou peu colorés, ne modifiant ni l'aspect ni la couleur du bois, permettant de le peindre ou de le vernir, inodores ou à odeur fugace et qui peuvent être utilisés sans inconvénient pour le traitement des menuiseries intérieures ou des meubles.
- des produits plus lourds, plus colorés, meilleur marché car élaborés avec des solvants moins chers et convenant parfaitement au traitement des bois n'ayant pas à recevoir de finition (charpentes en particulier). Il faut cependant avertir l'utilisateur éventuel de tels produits que si les bois traités avec de telles formulations sont au contact d'un matériau poreux tel que le plâtre (comme ce peut être le cas pour des lambourdes ou des solives), on risque de voir se produire une infiltration lente du solvant huileux dans ce matériau poreux, le tachant définitivement.

Il convient ici de souligner l'avantage que présentent certains produits concentrés dont la mise en œuvre en pays tropicaux ne nécessite qu'une dilution dans le ou les solvants appropriés que l'on trouve généralement sur place. Il est évident que le prix de revient du litre de produit prêt à l'emploi est alors inférieur à celui du même produit qu'il aurait fallu importer sous sa forme d'utilisation. **L'utilisateur d'un produit concentré devra obligatoirement :**

- **respecter la dilution préconisée par le fabricant qui devrait être en concordance avec celle fournie par les organismes officiels compétents d'agrément ou de contrôle.**
- **utiliser le ou les diluants recommandés par le fabricant.**

Remarque.— On note cependant, depuis quelques années, une tendance à l'effacement des biocides organochlorés et à leur remplacement par de nouvelles molécules, due au dénigrement, voire à l'interdiction dans certains pays, du pentachlorophénol et du lindane. Ceci n'est pas sans créer certaines difficultés d'ordre technique (les nouveaux biocides étant, en général, plus sélectifs que le PCP ou le lindane) et d'ordre économique (les nouveaux biocides étant nettement plus chers).

312.3. Les produits de synthèse hydrodispersables

Le prix du solvant représente environ 70 % du prix matières dans un produit de synthèse en solution organique classique. Pour faire face au choc pétrolier, les fabricants de produits de préservation se sont attachés, depuis 1981, à mettre sur le marché de nouvelles formulations dans lesquelles le vecteur des principes actifs ne serait plus un solvant pétrolier mais l'eau.

Un produit de synthèse hydrodispersable comprend :

- des biocides (fongicides et insecticides),
- un solvant organique,
- des résines,
- un émulateur,
- et divers autres adjuvants.

C'est donc un produit en solution organique conçu pour être émulsifié dans l'eau, le solvant le moins cher qui puisse exister.

Il est encore trop tôt pour que puisse être porté un jugement sans faille sur les performances des bois traités par ce type de formulation, et particulièrement sur leur aptitude à pénétrer dans le bois (à cet égard, l'humidité du bois au moment du traitement doit avoir une grande influence sur la profondeur de pénétration des biocides).

Cependant, les premiers essais de laboratoire ont montré que les produits de synthèse hydrodispersables bien conçus pouvaient rivaliser avec les produits de synthèse en solution organique.

312.4. Les produits salins

Les produits commerciaux de cette catégorie sont constitués par des mélanges plus ou moins complexes de divers sels minéraux solubles dans l'eau (**sels de chrome, de cuivre, d'arsenic, de bore, de fluor**). Le fait que ces formulations commerciales sont solubles dans l'eau pourrait faire craindre qu'elles soient rapidement éliminées du bois sous l'action de la pluie ou des eaux de condensation. Si cela est vrai pour certaines, qui doivent être réservées au traitement de bois qui seront utilisés à l'abri des intempéries, il n'en est pas de même pour d'autres dont les constituants, une fois rentrés dans le bois, réagissent entre eux pour former des produits complexes insolubles ou peu solubles et résistant donc bien à l'action de l'eau.

Quels sont les **avantages** de ces produits ?

Leur avantage majeur est d'ordre économique, car ils sont importés dans les pays tropicaux sous forme de poudres ou pâtes à dissoudre dans l'eau avant emploi.

Ils peuvent présenter cependant plusieurs **inconvénients** :

- la couleur du bois après traitement est toujours plus ou moins modifiée, sauf s'il s'agit de produits incolores (ceux-ci n'étant guère représentés que par les sels de bore) : le bois prend une teinte gris-vert qui, si elle n'est pas gênante pour les emplois où le bois est caché ou peint, est inacceptable lorsque l'on désire laisser le bois nu ou verni.
- certains produits (qui d'ailleurs possèdent une très bonne efficacité fongicide et insecticide, et résistent très bien à l'usure par délavage ou évaporation) contiennent en proportion importante, des composés de l'arsenic très toxiques vis-à-vis de l'homme et des animaux domestiques. Initialement, ces produits étaient destinés au traitement des bois provenant de Conifères dans lesquels ils se fixent d'une manière quasi absolue et ne risquent donc plus d'être entraînés dans le milieu ambiant. Cette fixation n'est pas toujours aussi absolue avec le bois feuillu et la prudence demande que ces produits soient exclus absolument pour le traitement des bois destinés à l'aménagement intérieur des habitations, des abris pour les animaux, des magasins de denrées alimentaires, etc... Lorsqu'ils seront employés, la main-d'œuvre qui les manipulera devra être munie des équipements de protection nécessaires (masques, tabliers, gants, ...) et faire l'objet d'une surveillance médicale régulière.

On a l'habitude de classer les produits salins de préservation des bois en deux catégories :

- les produits à fixation faible ou lente que l'on peut appliquer, soit par trempage long (sur des bois frais), soit par traitement sous pression (sur des bois secs à l'air).
- les produits à fixation forte et rapide que l'on ne peut appliquer que par traitement sous pression.

Des expériences récentes ont montré que l'on pouvait traiter convenablement certains bois très perméables par trempage long dans des solutions de produits à fixation forte et rapide, essais qui tendraient à contester la classification précédemment évoquée. Mais il faut, en fait, se montrer très prudent, et attendre d'autres expériences pour pouvoir porter un jugement plus général sur la question.

Remarque 1 : Nous avons évoqué dans ce paragraphe le problème de la toxicité de certains produits commerciaux contenant des composés de l'arsenic et les précautions à prendre pour leur manipulation et celle des bois traités. Il nous semble indispensable de poser ici la question suivante : « Que faire des chutes de bois traités avec des produits de ce type ? ». A l'heure actuelle, aucune méthode satisfaisante n'a été trouvée pour la destruction de ces débris. Seule, l'installation de centres spécialisés dans lesquels les bois pourraient être brûlés et les composés toxiques récupérés serait techniquement valable, mais nous ne croyons pas que cela sera pour demain. Nous ne donnerons donc à l'artisan ou au paysan qu'un seul conseil : il ne faut, en aucun cas, brûler les déchets de pièces traitées avec des produits contenant des composés de l'arsenic et, à plus forte raison, les employer comme bois de chauffage. De graves intoxications pourraient en résulter.

Remarque 2 : Avant de clore le paragraphe relatif aux produits de préservation, il nous semble important d'évoquer les **lasures**. Une lasure à propriétés biocides est un produit de protection de la surface du bois (comportant des pigments, une ou des matières à action biocide et divers adjuvants), qui ne nécessite pas d'impression préalable, mais s'applique directement sur le bois, en deux ou trois couches successives (suivant les prescriptions du fabricant). La conception de ces produits conduit à un entretien relativement simple, simple dépoussiérage et application d'une ou plusieurs nouvelles couches de produit. En contrepartie, leur durée de vie est inférieure à celle des peintures.

Les lasures protègent essentiellement le bois contre les champignons de discoloration du bois mis en œuvre et contre les insectes.

313. Conclusion

Lorsqu'un artisan ou un industriel désire traiter des bois devant être mis en œuvre, il trouve sur le marché un nombre important de produits et s'il n'est pas familiarisé avec le problème de la préservation des bois, il est probable qu'il aura des difficultés à faire un choix judicieux du point de vue technique comme du point de vue économique. On ne peut que lui conseiller de s'adresser aux centres de recherche compétents qui, seuls, pourront lui donner des renseignements objectifs quant à la valeur des produits, à leur méthode d'application...

314. Résumé

Lorsque l'on veut mettre en œuvre un bois, on doit considérer d'abord deux aspects du problème :

- quels sont les risques d'attaque auxquels sera soumis le bois ?
- la durabilité de cette essence est-elle suffisante pour que le bois résiste par lui-même, sans traitement chimique, aux attaques éventuelles ?

A cette dernière question, il n'y a que deux réponses :

- ou bien le bois est naturellement résistant et il n'y a pas de problème de préservation,
- ou bien le bois ne l'est pas et il y a alors lieu d'envisager un traitement.

On se trouve alors devant un autre problème : le choix du produit. Il faut savoir qu'il existe quatre catégories bien distinctes de produits de préservation :

- **les produits huileux naturels ou créosotes**, qui se caractérisent par une couleur foncée, une odeur prononcée, une viscosité élevée à température ambiante; les créosotes sont insecticides, fongicides et très résistantes à l'usure par délavage et évaporation. Leurs inconvénients majeurs ? Ils confèrent au bois une couleur noire et une odeur caractéristique qui interdisent leur emploi dans les locaux d'habitation. Leur application nécessite un appareillage assez coûteux.
- **les produits de synthèse en solution organique**, qui sont des formulations commerciales, contenant, d'une part des principes actifs fongicides et insecticides, d'autre part des corps appelés adjuvants influant principalement sur la pénétrabilité et la fixation des principes actifs dans le bois. Ils peuvent être classés en deux catégories :
 - les produits « légers » incolores ou faiblement colorés, ne modifiant pas l'aspect ni la couleur du bois, inodores ou à odeur fugace et qui peuvent être utilisés pour le traitement des menuiseries intérieures et des meubles.
 - les produits « lourds », colorés, convenant davantage au traitement des bois n'ayant pas à recevoir de finition (charpentes...).
- **les produits de synthèse hydrosdispersables**, qui sont des formulations en solvant organique (contenant des biocides, des résines, un émulsifiant et divers adjuvants) destinées à être émulsifiées dans l'eau.
- **les produits salins**, qui sont constitués par des mélanges de divers produits minéraux solubles dans l'eau; ils possèdent généralement une bonne efficacité insecticide et fongicide, ont une résistance variable au délavage par l'eau de pluie ou de ruissellement. Ces produits peuvent présenter deux inconvénients :
 - la couleur du bois est plus ou moins modifiée après le traitement (couleur gris-vert).
 - certaines formulations contenant des sels d'arsenic sont toxiques vis-à-vis de l'homme et des animaux domestiques. Bien que ces formulations possèdent un bon pouvoir de fixation dans le bois, la prudence demande qu'elles soient exclues pour le traitement des bois destinés à l'aménagement intérieur des habitations, des abris pour les animaux, des magasins de denrées alimentaires, etc...

32. LES PROCÉDÉS DE TRAITEMENT

Si le choix d'un bon produit de préservation est la première condition pour apporter une protection valable à un bois de durabilité naturelle insuffisante, celui de la méthode de traitement, donc d'application du produit, est également très important. **Aucun produit ne pourra donner de résultats satisfaisants s'il n'est pas correctement appliqué.**

L'idéal serait de faire pénétrer dans la masse entière du bois un produit de grande efficacité, résistant bien à l'usure par délavage ou évaporation, et d'obtenir à la fois des doses suffisantes et une répartition homogène des substances actives. Le moins que l'on puisse dire est que cet idéal n'est pas souvent réalisé. Il ne faut pas, en effet, perdre de vue que la personne qui veut traiter un bois se trouve devant un problème où entrent en jeu : les propriétés du bois, la nature même du produit de préservation, la méthode d'application du produit.

La protection idéale sera obtenue dans la mesure où ces facteurs se conjugueront harmonieusement, c'est-à-dire où le produit utilisé sera bon et la méthode d'application apte à faire pénétrer ce dernier profondément dans le bois. **Et c'est ici qu'intervient le facteur imprégnabilité.** L'imprégnabilité d'un bois est comme la dureté, la densité, la durabilité naturelle, etc..., une propriété du bois, propriété qui indique approximativement l'aptitude qu'a une essence à se laisser pénétrer par un produit. Cette imprégnabilité déterminera la qualité de l'imprégnation effectivement réalisée par l'application des traitements de préservation, qualité variable selon la nature de ces traitements et les phénomènes de pénétration qu'ils mettent en jeu. Il convient donc, dans la pratique, compte tenu du niveau de préservation à atteindre, de déterminer le procédé le plus approprié en fonction de la durabilité et de l'imprégnabilité de l'essence considérée, ce procédé correspondant à la fois à un type de produit et à son mode d'application. En outre, à l'intérieur d'une même essence, le degré d'imprégnabilité varie souvent suivant la partie considérée, bois parfait ou aubier, ce dernier étant généralement plus perméable aux produits de préservation.

Ces considérations, et également la pratique, montrent que les différents bois se comportent de manière fort différente. Certaines espèces présentent, à la fois une très mauvaise durabilité naturelle et une imprégnabilité quasiment nulle; le problème de leur bonne conservation est insoluble. A l'inverse, on trouve des essences de bonne résistance naturelle et d'imprégnabilité excellente pour lesquelles la protection idéale précédemment évoquée est atteinte. Entre ces deux extrêmes, toutes les possibilités sont ouvertes.

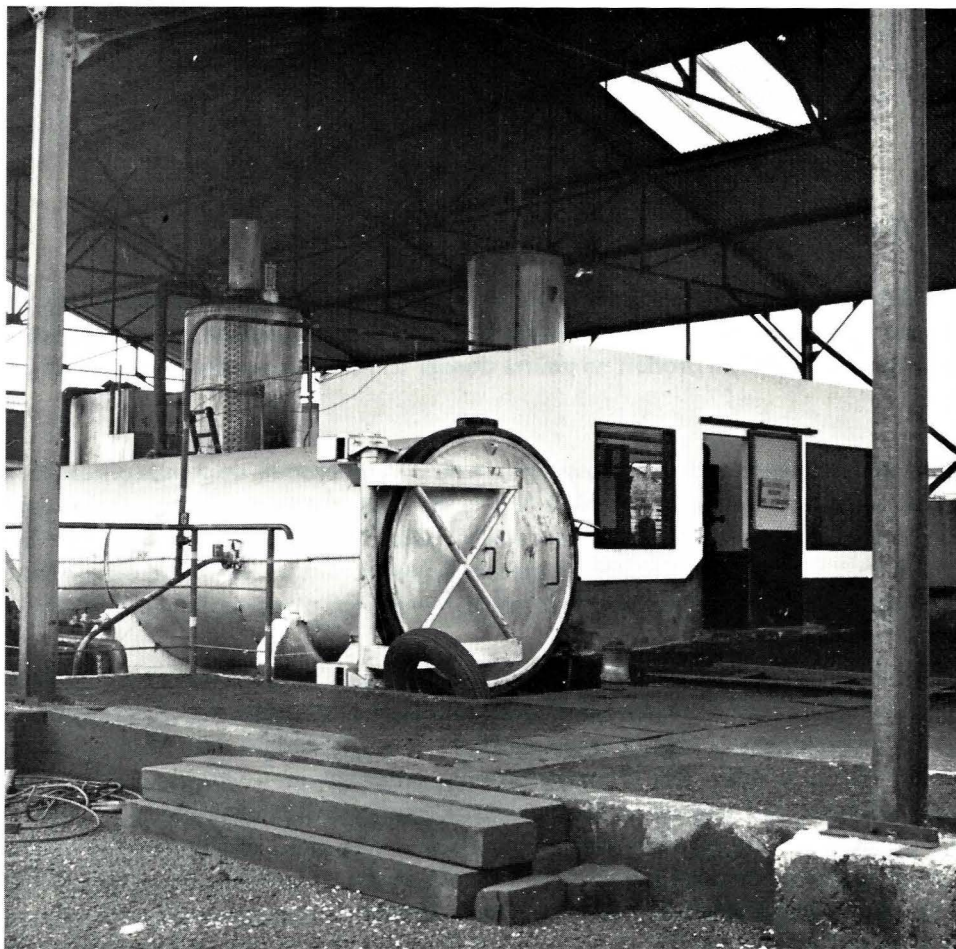
C'est pourquoi, lorsque l'on doit choisir un mode de traitement, il faut considérer les points suivants :

- usage du bois à traiter et risques d'attaques encourus,
- nature du bois à traiter (durabilité naturelle, imprégnabilité et **humidité au moment du traitement, cette dernière conditionnant le type de produit et le procédé de traitement à utiliser**).

Il aurait été plus logique d'aborder le problème des méthodes d'application en distinguant, d'une part les procédés de traitement applicables à des bois secs à l'air, d'autre part ceux devant être utilisés sur des bois humides. Mais étant donné que la notion d'humidité est une caractéristique variable et continue, et qu'il est difficile, a priori, de fixer des limites très précises à la siccité et à l'humidité d'un bois, nous avons préféré garder la classification habituelle et distinguer les quatre grandes catégories suivantes :

- les traitements faisant intervenir le vide et la pression,
- les traitements par trempage,
- les traitements par aspersion et badigeonnage,
- les traitements par déplacement de sève.

321. Les traitements faisant intervenir le vide et la pression.



**Autoclave industriel pour l'injection profonde de bois
tels les traverses de chemin de fer, les poteaux,...** (Photo Déon)

L'injection sous pression a pour but de faire pénétrer le plus profondément possible dans le bois les produits de préservation utilisés, donc de se rapprocher au mieux de la protection idéale précédemment évoquée. Le traitement se réalise dans un autoclave par la combinaison des actions du vide, de la pression et, éventuellement, de la température selon différents schémas qui seront exposés plus loin.

Le liquide d'imprégnation étant ainsi forcé à pénétrer dans le bois, il ne peut le faire convenablement que s'il y trouve la place de circuler; pour cela, le bois doit être sec, sinon il est bien évident que l'eau contenue dans les cellules s'opposerait à la bonne circulation du produit. En outre, ce dernier devant imbiber les parois des cellules pour bien s'y fixer, il ne peut le faire de façon satisfaisante que si ces parois ne sont pas saturées d'eau; c'est une deuxième raison pour n'imprégner que des bois secs à l'air. Cette obligation est absolue lorsque l'on emploie des produits huileux (les créosotes). Elle l'est moins dans le cas des produits salins.

En règle générale, les traitements sous pression doivent s'appliquer à des bois dont l'humidité dans la masse ne dépasse pas 25 % pour les produits huileux et 30 % pour les produits salins.

Il existe quatre grands procédés d'imprégnation sous vide et pression :

- le procédé à cellules pleines,
- le procédé Rüping ou procédé à cellules vides,
- le procédé Lowry,
- le procédé double vide.

321.1. Le procédé à cellules pleines

Il consiste à remplir au maximum (à refus) les cellules du bois par le produit de préservation. Cette technique, préconisée pour la première fois en France par Bréant (qui l'a appliquée avec des produits en solution aqueuse), est plus connue sous le nom de **procédé Bethell**, ce dernier l'ayant appliquée à des créosotes.

Les phases successives de l'opération sont :

- l'introduction du bois dans le cylindre de traitement,
- une période de vide ayant pour but d'éliminer au maximum l'air contenu dans les cellules du bois,
- l'admission sous vide du produit jusqu'à remplissage complet du cylindre de traitement,
- une période de pression (de l'ordre de 10 à 15 kg/cm²), dont la durée dépend de la nature de l'essence à traiter, des dimensions des pièces de bois et du type de produit.
- le retour en pression atmosphérique,
- la vidange complète du cylindre de traitement,
- une période de vide, dit de ressuyage, qui a pour but d'enlever l'excès de produit encore sous pression dans le bois et d'éviter, particulièrement avec les produits huileux du type créosote, une exsudation trop forte et peu esthétique des pièces imprégnées, une fois celles-ci mises en place.

Le procédé Bethell, dont le diagramme est représenté en figure 2, est celui qui assure la pénétration du maximum de produit dans le bois. C'est donc lui qui entraîne la consommation en produit la plus importante, et pour certaines essences très imprégnables ce mode de traitement conduit à des rétentions surabondantes.

321.2. Le procédé Rüping

Il est également appelé procédé à cellules vides car, à l'inverse du procédé Bethell qui consiste à remplir les cavités cellulaires, il consiste, lui, à n'imprégner que les parois des cellules. On voit que l'avantage essentiel de ce traitement réside dans l'économie de produit réalisée. On utilisera ce procédé de préférence au procédé Bethell avec les essences absorbant par ce dernier des quantités bien supérieures à celles requises pour une bonne protection.

Le Rüping simple (diagramme en figure 3)

Les phases successives de l'opération sont :

- l'introduction du bois dans le cylindre de traitement;

BETHELL

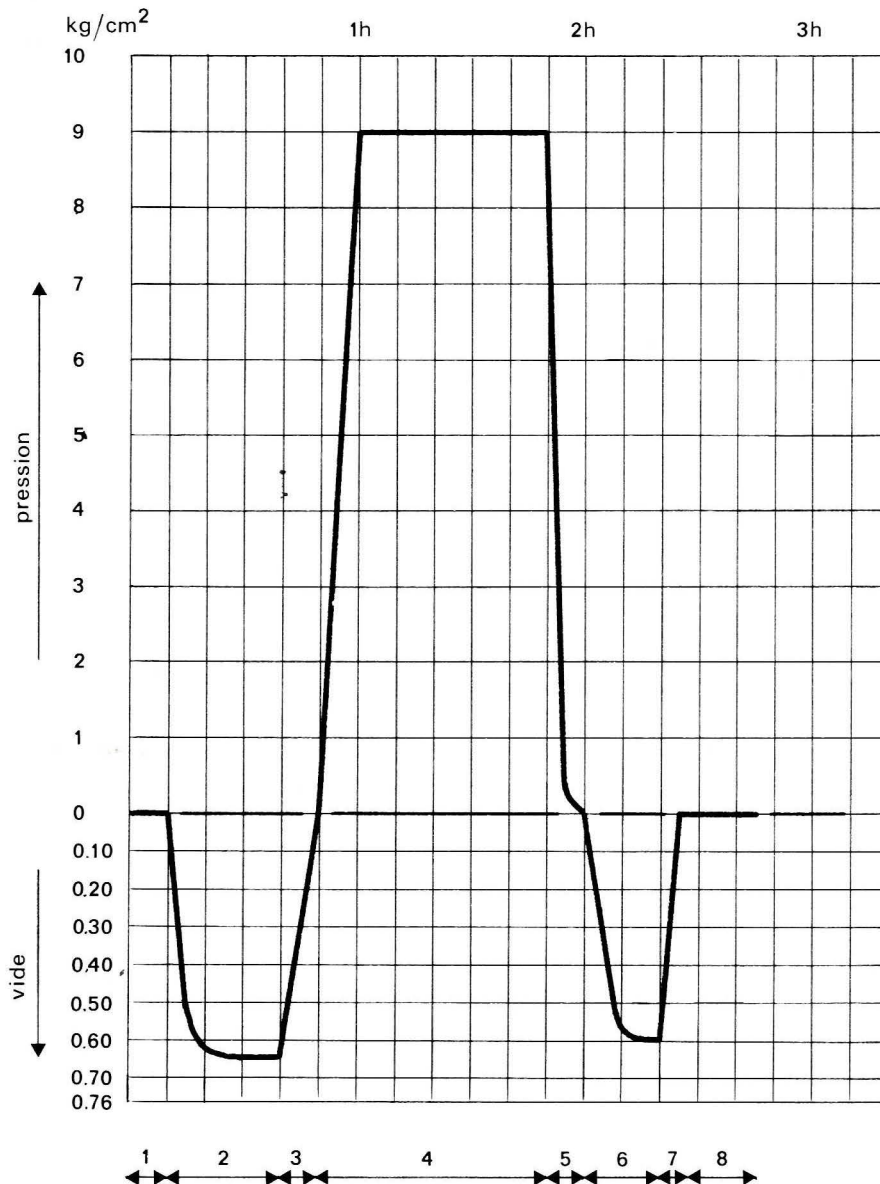


Figure 2

1. Chargement du cylindre.

2. Vide initial.

3. Remplissage du cylindre avec le produit.

4. Pression.

5. Vidange du cylindre.

6. Vide de ressuyage.

7. Retour en pression atmosphérique.

8. Déchargement du cylindre.

- une période de pression (2 à 4 kg/cm^2) d'un quart d'heure environ, ayant pour but de comprimer l'air contenu dans les cellules.
- l'admission du produit de préservation à pression constante (le cylindre d'alimentation ayant été au préalable mis à la même pression que le cylindre de traitement).
- l'isolation du cylindre de traitement et une phase de surpression de l'ordre d'une dizaine de kg/cm^2 forçant le produit à pénétrer dans le bois; il s'établit alors à l'intérieur des cavités cellulaires un équilibre entre pression du produit, résistance de l'air dans les cellules et absorption du produit par les parois cellulaires. La durée de cette période varie avec l'essence traitée, les dimensions des pièces de bois et la nature du produit.
- la vidange du cylindre de traitement au cours de laquelle l'air comprimé à l'intérieur du bois chasse l'excédent de produit (seules, les parois cellulaires restent imprégnées).
- une période de vide de ressuyage, dont l'intérêt a été dit précédemment.

RUPING SIMPLE

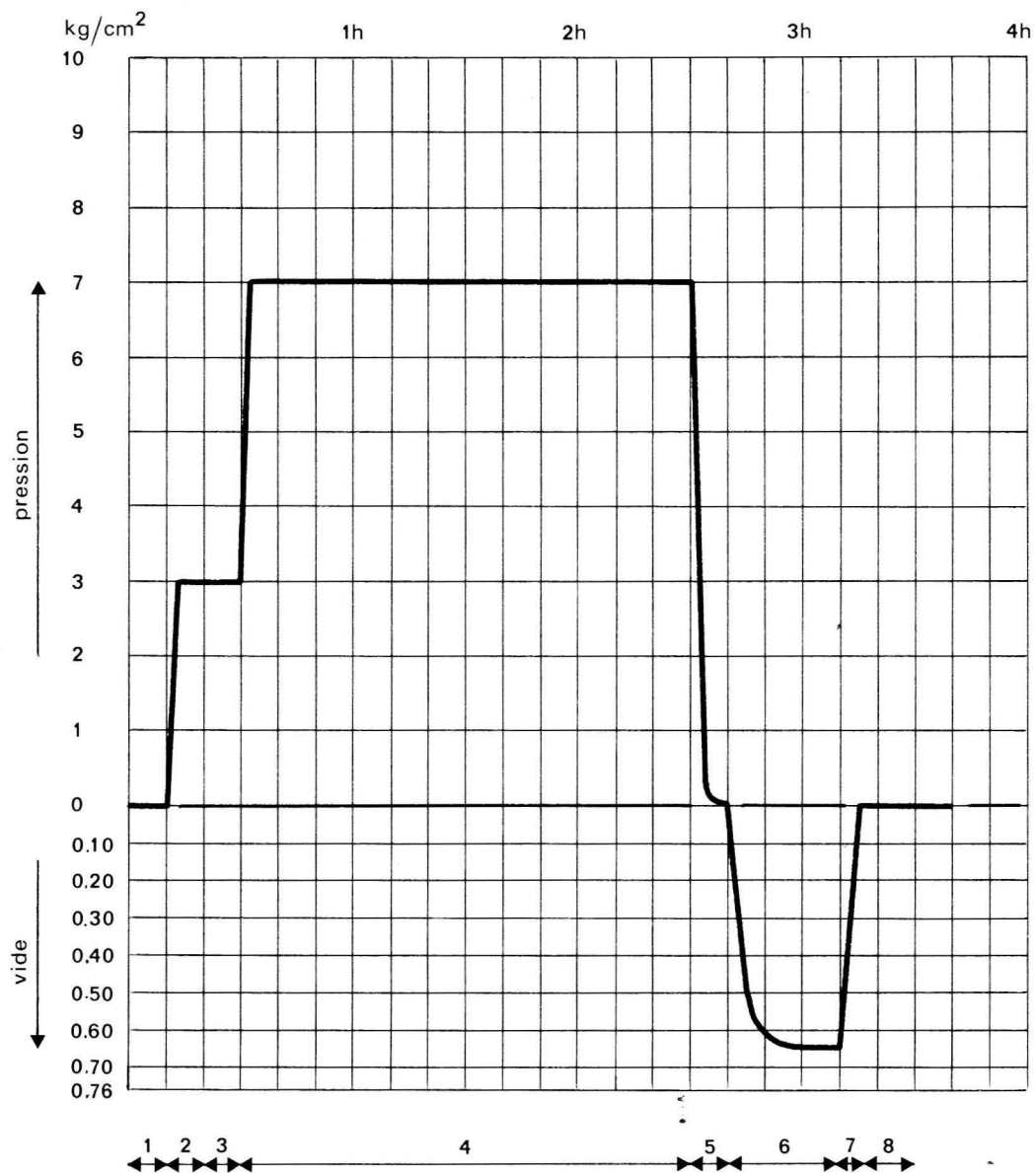


Figure 3

- | | |
|--|--------------------------------------|
| 1. Chargement du cylindre | 5. Vidange du cylindre. |
| 2. Pression d'air préalable. | 6. Vide de ressuyage. |
| 3. Remplissage d'antiseptique sous pression. | 7. Retour en pression atmosphérique. |
| 4. Pression. | 8. Déchargement du cylindre. |

Le Rüping double (diagramme en figure 4)

Dans certains cas très particuliers, on utilisera le Rüping double qui consiste à effectuer, après le premier vide de ressuyage, une deuxième opération similaire à la première dans laquelle une pression supérieure est appliquée pendant un temps plus long.

RUPING DOUBLE

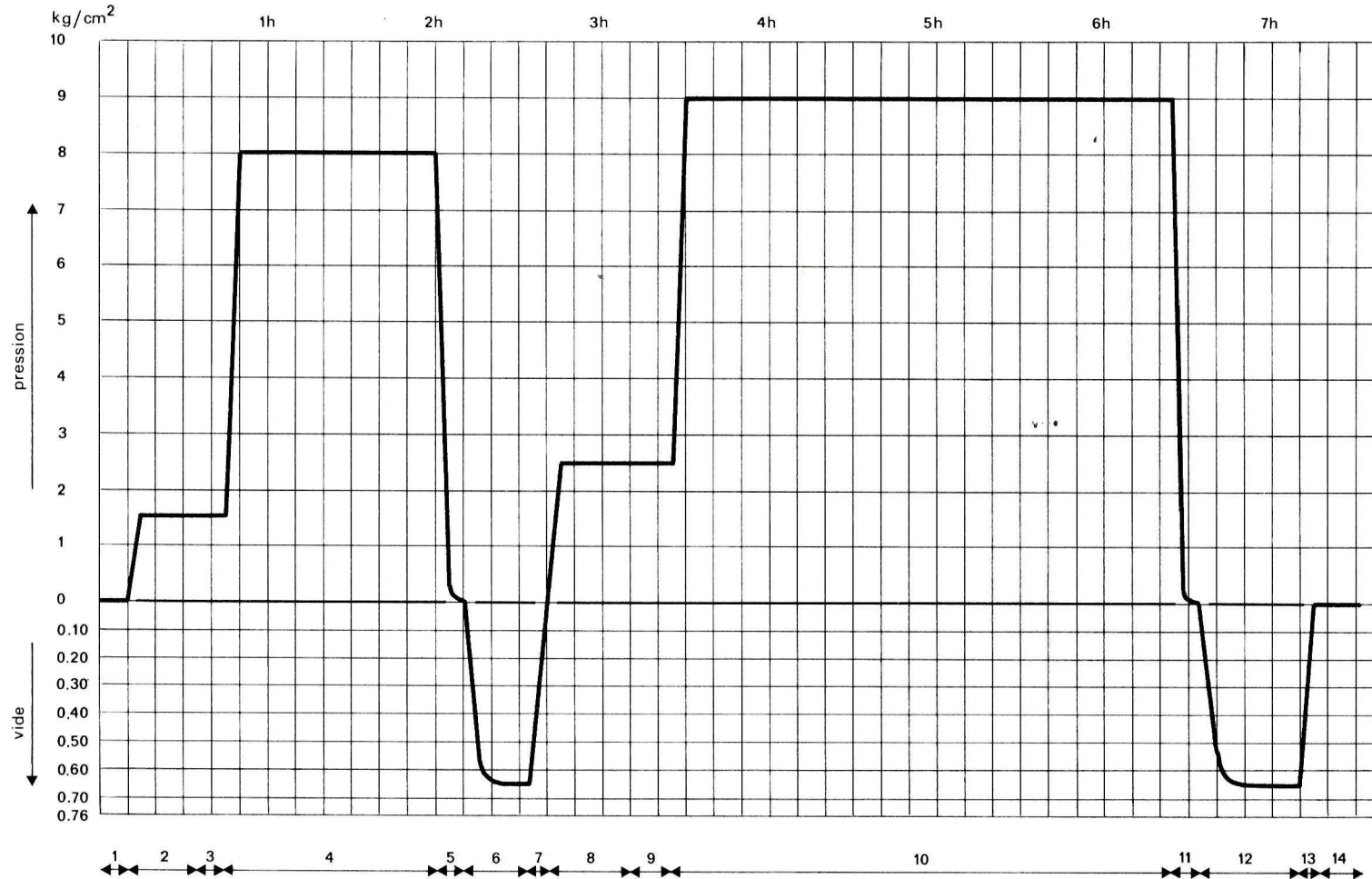


Figure 4

1. Chargement du cylindre.
2. Pression d'air préalable.
3. Remplissage d'antiseptique sous pression.
4. Pression.
5. Vidange du cylindre.
6. Vide de ressuyage.
7. Retour en pression atmosphérique.

8. Seconde période de pression d'air préalable.
9. Remplissage d'antiseptique sous pression.
10. Deuxième phase de pression.
11. Vidange du cylindre.
12. Deuxième vide de ressuyage.
13. Retour en pression atmosphérique.
14. Déchargement du cylindre.

321.3. Le procédé Lowry (diagramme en figure 5)

Dans le procédé Lowry, les phases successives de l'opération sont :

- l'introduction du bois dans le cylindre de traitement,
- le remplissage du cylindre de traitement avec le produit par simple gravité (dans une installation destinée à utiliser ce procédé, le réservoir d'alimentation est surélevé par rapport au cylindre de traitement),
- une phase de pression dont la durée dépend de l'essence à traiter, des dimensions des pièces de bois et du produit utilisé,
- le retour en pression atmosphérique,
- la vidange complète de cylindre de traitement,
- une période de léger vide de ressuyage; l'action combinée de ce vide et de la pression de l'air dans les cavités cellulaires chasse une partie du produit de préservation absorbé au cours de la phase de pression.

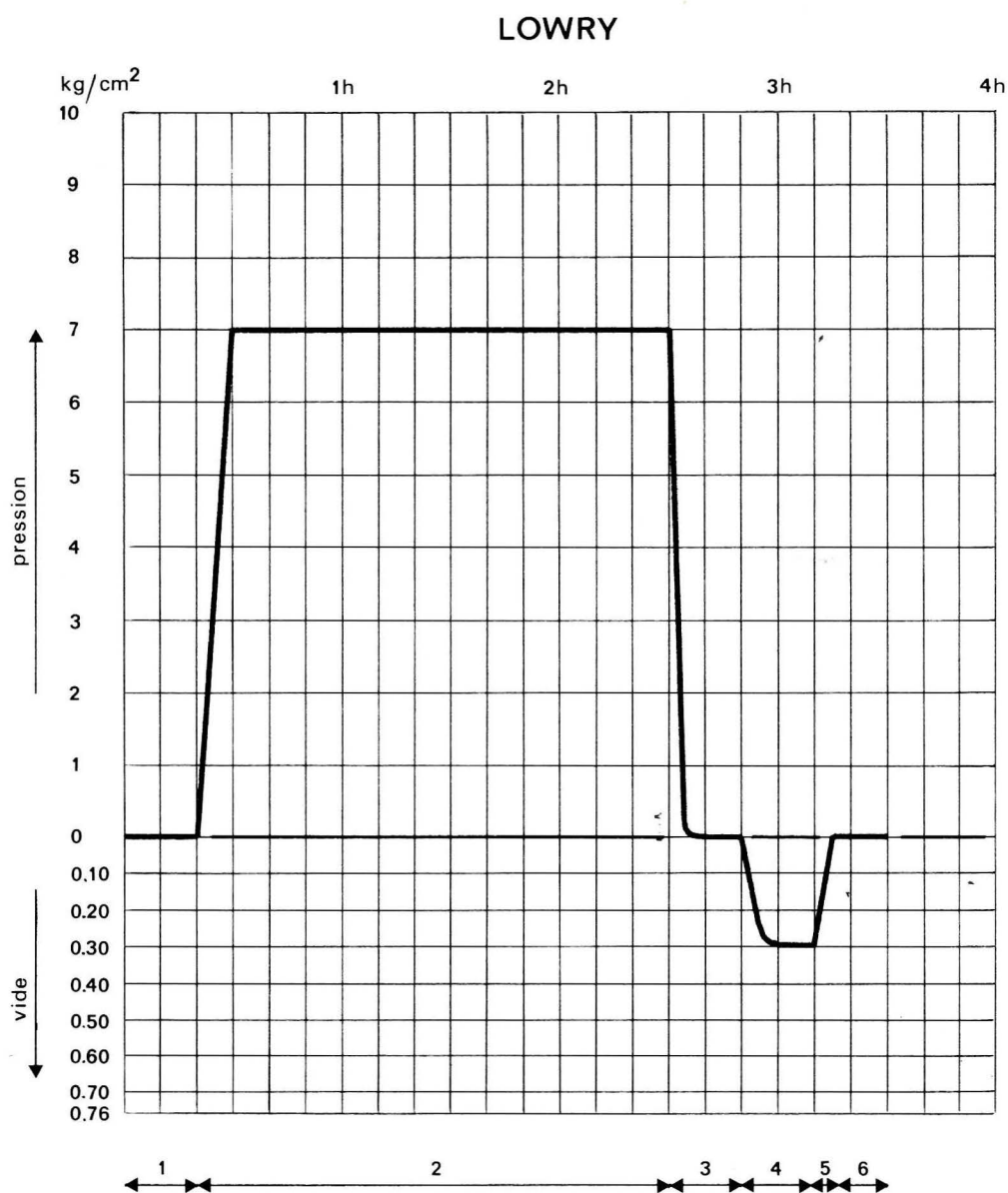


Figure 5

1. Chargement du cylindre.
2. Pression.
3. Vidange du cylindre.

4. Vide de ressuyage.
5. Retour en pression atmosphérique.
6. Déchargement du cylindre.

Ces divers types d'imprégnation sous pression s'effectuent dans une installation comprenant, reliés entre eux par un réseau de canalisations :

- un cylindre d'imprégnation destiné à recevoir les bois à traiter,
- un réservoir d'alimentation situé à proximité du cylindre d'imprégnation (procédé Bethell), ou au-dessus de celui-ci (procédés Rüping et Lowry),
- un système de pompe à vide,
- un système de compression.

Si l'on emploie des produits possédant une viscosité élevée à température ambiante (comme les créosotes) et qu'il est nécessaire de les réchauffer à 90°C environ pour les fluidifier, les différentes cuves sont munies de serpentins dans lesquels circule de la vapeur d'eau.

Il est inutile de décrire plus en détail de telles installations. Lorsque l'on désire acquérir ce type de matériel, il suffit de s'adresser à des fabricants spécialisés qui, au vu du problème technique posé, du produit utilisé et de la quantité de bois à traiter annuellement, fourniront une installation sur mesure «clés en main».

Nous avons, dans les paragraphes précédents, décrit quatre procédés d'imprégnation sous l'action du vide et de la pression, ceci pour une information aussi complète que possible du lecteur. Il faut néanmoins souligner que les bois tropicaux présentant souvent une imprégnabilité médiocre, dans le cas où l'on devra faire appel au traitement par injection sous pression, c'est le procédé Béthell qui devra être retenu.

321.4. Le procédé double vide (diagramme en figure 6)

Il ne faudrait pas terminer ce chapitre consacré aux méthodes de traitement par vide et pression, sans mentionner le procédé double vide qui a pris, au cours des années, une importance de plus en plus grande. Dans ce procédé, les phases successives de l'opération sont :

- l'introduction du bois dans l'enceinte de traitement,
- l'application d'un vide initial réduit (de 200 à 250 mm de mercure) pour évacuer l'air des cellules du bois,
- le remplissage de l'enceinte maintenue sous vide,
- le retour en pression atmosphérique,
- une période pendant laquelle les bois continuent de s'imprégner, soit à pression atmosphérique, soit sous l'action d'une légère pression de 1 à 2 kg/cm² (pour les bois un peu réfractaires) qui facilite la pénétration du produit,
- la vidange du cylindre de traitement,
- l'application d'un vide final poussé (650 mm de mercure) éliminant l'excès de solution absorbé par le bois et permettant de sortir des bois «ressuyés»,
- le retour en pression atmosphérique,
- l'ouverture de l'enceinte et la sortie des bois traités.

Il est nécessaire ici de souligner que le procédé double vide ne peut être employé avec succès que sur des bois déjà usinés présentant une assez bonne imprégnabilité et qu'il ne saurait être question de l'utiliser pour des bois réfractaires à l'imprégnation.

Cette méthode est bien adaptée aux bois de construction, entre autres aux menuiseries industrielles (châssis de fenêtres, huisseries, etc...) qui n'auront plus, par la suite, à être retravaillées. L'utilisation de certains produits contenant des principes actifs fongicide et insecticide, ainsi qu'une composante hydrofuge, permet d'associer à la protection du bois contre les altérations biologiques, sa stabilisation vis-à-vis des changements d'humidité de l'air ambiant.

322. Les traitements par trempage.

Les traitements par trempage qui consistent à immerger pendant un certain temps le bois dans le produit de préservation ne conduisent, ni à des absorptions aussi élevées, ni à des pénétrations aussi profondes que l'injection sous pression. Ils peuvent néanmoins assurer aux pièces de bois une bonne protection en créant, entre le milieu ambiant (d'où proviennent les attaques) et le milieu bois, un effet «barrière». Selon que l'on utilise des produits en solution organique ou des produits en solution aqueuse, les modes opératoires diffèrent considérablement.

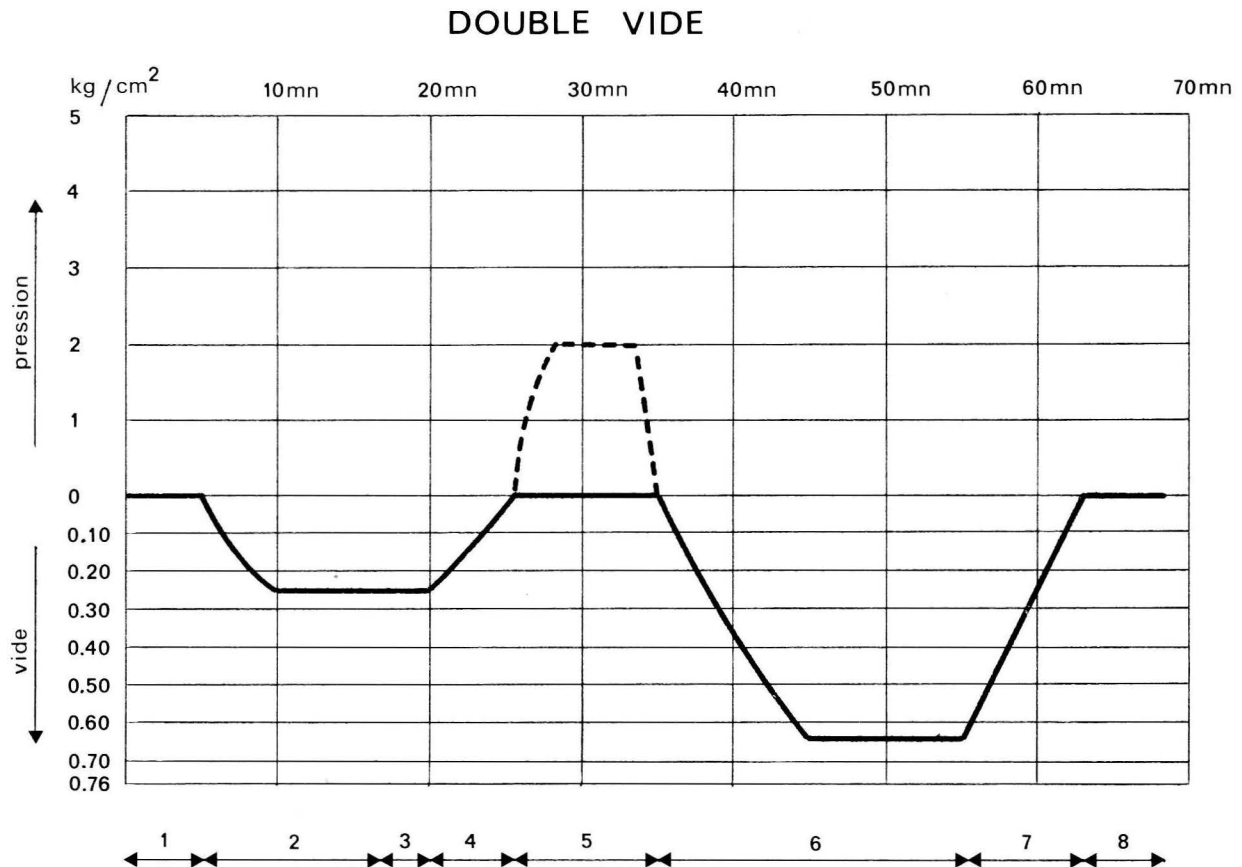


Figure 6

1. Chargement du cylindre.
2. Vide initial.
3. Remplissage du cylindre.
4. Retour en pression atmosphérique.

5. Phase d'imprégnation (éventuellement pression).
6. Vide de ressuyage.
7. Retour en pression atmosphérique.
8. Déchargement du cylindre.

322.1. Trempage en solution organique.

La pénétration dans le bois d'un produit en solution organique appliqué par trempage est sous la dépendance de facteurs propres au produit (viscosité...) et de facteurs propres au bois à traiter (structure anatomique, humidité). Il est impossible, bien sûr, de jouer sur la structure anatomique d'un bois. Par contre, les facteurs «humidité» et «produit» peuvent être aménagés de telle manière que la protection apportée soit la meilleure possible.

Pour que le produit pénètre convenablement et imbibe les parois cellulaires, il est évident que le bois doit être suffisamment sec (son humidité ne doit pas dépasser 25 %).

Il est également évident qu'un produit à faible viscosité pénétrera plus vite et mieux qu'un produit plus visqueux. Tout ceci explique pourquoi, à l'exception des produits en solvant très léger, appliqués à des bois très perméables, le traitement par trempage n'assure qu'une imprégnation assez superficielle et, par conséquent, une protection qui, si elle est généralement suffisante pour les bois exposés à des risques limités d'attaque, ne l'est plus si le bois est employé dans des conditions très difficiles de conservation.

La durée du trempage à l'aide de produits en solution organique n'a pas, en règle générale, à être très longue : on considère qu'après 10 minutes, une pièce de bois a absorbé la plus grande partie de ce qu'elle serait en mesure d'absorber si l'on prolongeait le trempage pendant des heures.

Il faut signaler que l'imprégnation étant généralement peu profonde, il convient de traiter des éléments déjà usinés, de manière à ne pas risquer, lors d'opérations ultérieures, d'ouvrir des brèches dans la zone protégée compromettant ainsi la bonne conservation du bois. Il peut néanmoins arriver qu'un bois traité doive recevoir un complément d'usinage; dans ce cas, on ne manquera pas d'appliquer un traitement de rappel aux parties retravaillées (par un badigeonnage copieux).

Le trempage dans des produits en solution organique est un procédé simple qui ne nécessite pas d'appareillage ni de matériel coûteux. Il peut donc être utilisé dans toute entreprise, si petite soit-elle.

Il faut cependant donner quelques indications sur le matériel nécessaire : celui-ci consiste essentiellement en un bac de trempage, une table d'égouttage et, éventuellement, un système de manutention des bois. Le bac doit avoir des dimensions permettant l'immersion totale des pièces de bois les plus longues*. La présence d'un couvercle aussi étanche que possible, évitant l'évaporation de solvant pendant les périodes de non utilisation, est souhaitable. Le matériau le mieux adapté à la fabrication des bacs est la tôle noire de 3 à 4 mm d'épaisseur. A ce bac, sera adjointe une table d'égouttage sur laquelle les bois seront placés après avoir été trempés de manière que le surplus de produit soit récupéré et retourne dans la cuve.

Les produits en solution organique peuvent être inflammables ou dégager des vapeurs toxiques. C'est pour ces deux raisons qu'il est préférable d'installer un bac de trempage à l'air libre, mais à l'abri des intempéries. La plupart du temps, cet abri peut consister en un hangar sans parois, assez grand pour que le bac lui-même, les bois en attente de traitement et les bois traités soient protégés de la pluie.

Après traitement, les bois ne sont pas immédiatement utilisables. Il convient de les laisser «ressuyer» et de permettre au solvant de s'évaporer et aux substances actives de se fixer dans le bois.

Le délai d'attente est de l'ordre de 1 à 2 jours pour les produits «légers» (solvant très volatil), de plusieurs jours pour les produits plus «lourds». Dans certains cas d'ailleurs, avec des solvants à évaporation très lente, c'est de ressuyage qu'il convient de parler et non de séchage, ce dernier pouvant n'intervenir qu'au bout de plusieurs mois.

Il est enfin nécessaire de rappeler que, généralement, les produits utilisés sont plus ou moins toxiques et qu'il convient de prendre certaines précautions pour la manipulation des produits et des bois traités. Il appartient à l'utilisateur du traitement par trempage en solution organique de veiller, en fonction des risques spécifiques à chaque produit, au respect de la réglementation du travail en vigueur : en tout état de cause, le personnel sera muni de gants, de lunettes et de tabliers de protection et fera l'objet, si nécessaire, d'une surveillance et d'une assistance médicales spéciales. Il est bon, ici, de rappeler qu'il est préférable de limiter au maximum le contact direct du personnel avec les produits et les bois fraîchement traités et, qu'à cet égard, il est souhaitable, dans la mesure où le volume de bois à traiter le justifie, de substituer au traitement pièce par pièce (manutention manuelle des débits), le traitement de fardeaux (utilisation d'un système mécanique de levage et d'immersion).

322.2. Trempage en solution aqueuse.

Nous avons vu, dans le paragraphe précédent, que le bois devant être traité par trempage dans les produits en solution organique doit avoir une humidité inférieure à 25 %. **Le traitement des bois insuffisamment secs ne peut se faire correctement par trempage qu'avec des produits en solution aqueuse.** Les mécanismes de pénétration entrant en jeu dans l'un et l'autre cas ne sont pas les mêmes. Alors que la pénétration des produits en solution organique se fait essentiellement par capillarité, celle des produits en solution aqueuse relève principalement du phénomène de diffusion des sels à travers les membranes cellulaires.

Il faut savoir que si l'immersion du bois sec à l'air en solution organique constitue en elle-même un traitement, **le trempage du bois humide dans un produit en solution aqueuse n'est que la première phase du traitement à l'issue de laquelle le bois n'est pas encore traité; celui-ci ne le sera qu'après la phase la plus importante de l'opération : la diffusion.**

* Il sera construit de telle façon que la surface d'évaporation soit réduite (bac étroit et profond).

Le traitement des bois humides par trempage peut se réaliser de deux façons : soit avec une longue durée d'immersion dans une solution assez concentrée, soit avec une brève durée d'immersion dans une solution très concentrée. Dans les deux cas, il s'agit de faire pénétrer, au cours du trempage, dans les couches superficielles du bois, une quantité suffisante de solution pour qu'en migrant ensuite plus profondément dans le bois par diffusion, les sels dissous s'y trouvent à une profondeur et à des doses suffisantes pour assurer une protection satisfaisante.

Le trempage long en solution assez concentrée. — Ce mode de traitement est réservé à des **bois d'humidité comprise entre 30 et 60 %** pour laquelle il reste un certain espace libre d'eau dans les cellules du bois. Il se produit alors, et en premier lieu, une certaine absorption de solution par capillarité; dans un second stade, le phénomène de diffusion se déclenche et permet une pénétration des sels plus profonde et plus homogène.

Le temps du trempage peut varier entre 12 et 24 heures; cette dernière durée, outre qu'elle peut, sur le plan de la réussite du traitement, être préférable à la première, permet surtout un rythme de travail plus en accord avec les horaires journaliers du personnel.

Dans ces conditions, le traitement des bois pièce par pièce est économiquement inacceptable. Il convient de traiter des fardeaux d'éléments identiques (en particulier, de même essence et de même épaisseur) qu'un système de manutention permet de déposer dans le bac de trempage; les éléments d'un fardeau doivent être séparés les uns des autres par des baguettes de faible épaisseur (5 à 10 mm), afin que la solution puisse atteindre et imbiber toutes les surfaces. Le fardeau, une fois déposé dans le bac, est lesté; puis, la solution de traitement est admise dans le bassin jusqu'à un niveau suffisant pour que les bois restent complètement immergés durant toute l'opération (et ceci en dépit de l'absorption d'une partie de la solution par le bois). **Après traitement, le fardeau est retiré du bac et placé sous abri dans un endroit peu ventilé** pendant une quinzaine de jours au cours desquels se déroule la phase la plus importante du traitement : la diffusion des sels dans le bois et leur fixation dans les parois cellulaires. Il est d'ailleurs conseillé de recouvrir les fardeaux par une bâche plastique qui empêchera un séchage trop rapide du bois et, par conséquent, un blocage du phénomène de diffusion. Après la période de diffusion, les éléments pourront être mis à sécher normalement.

Ce mode de traitement qui ne permet pas, sauf exception, d'obtenir une imprégnation totale de la masse du bois, n'est applicable qu'à des pièces déjà usinées. Il peut cependant arriver qu'un complément d'usinage soit nécessaire; dans ce cas, on ne manquera pas d'appliquer un traitement particulier aux zones retravaillées, par un badigeonnage copieux au moyen d'un produit en solution organique (puisque, bien entendu, les bois seront alors secs).

Le trempage court en solution très concentrée. — Ce mode de traitement est plus couramment appelé **traitement par trempage rapide et diffusion**. Il est basé sur la possibilité qu'ont certains produits minéraux très solubles dans l'eau de diffuser profondément dans le bois frais (**humidité supérieure à 60 %**). Si l'on dépose à la surface d'un débit frais, contenant donc une forte proportion d'eau, un tel produit en solution aqueuse concentrée, il se produit le phénomène suivant : le produit concentré initialement en surface est attiré par l'eau se trouvant dans le bois jusqu'au moment où, en première approximation, les teneurs en-produit dans les zones internes et les zones superficielles du bois sont égales. Ce principe explique pourquoi :

- le traitement doit être effectué sur des bois frais,
- les produits à utiliser ne doivent pas être en mesure de réagir sur les constituants du bois pour former des composés insolubles (ce qui bloquerait le processus de diffusion),
- les bois ainsi traités doivent être réservés à des emplois abrités des intempéries, tout délavage étant susceptible d'extraire peu à peu le produit de préservation du bois traité.

Le traitement par trempage rapide et diffusion comprend, comme son nom l'indique, deux phases, le trempage et la diffusion.

● Le trempage :

Dès leur tombée de scie, les débits, débarrassés de leur sciure et qui doivent, bien entendu, être sains au départ, donc provenir de billes saines, sont amenés à la cuve de trempage. Ils sont plongés dans la solution, soit élément par élément, soit en fardeaux aérés (les éléments seront séparés par des baguettes de 5 à 10 mm d'épaisseur), et ce pendant un temps bref (de l'ordre de 30 secondes pour le trempage individuel et de 2 minutes pour le trempage par fardeaux).

- La diffusion :

Cette seconde phase est primordiale et la manière dont elle se déroule conditionne absolument la valeur finale du traitement, car c'est au cours de cette période que les produits vont migrer de la surface vers l'intérieur des débits pour assurer autant que faire se peut une protection satisfaisante à toute la masse du bois.

Aussitôt après le trempage, les débits sont empilés, sous abri (pour éviter le délavage éventuel du produit par les eaux de pluie) **et bois sur bois**, condition indispensable pour que la diffusion se déroule correctement. Les piles bien serrées (piles mortes) seront isolées du sol (par exemple, au moyen de dés en béton) et recouvertes éventuellement de bâches ou de plastique, afin que soit diminué au maximum le risque d'un séchage trop rapide des sciages.

Le temps de diffusion dépend essentiellement : de la formulation utilisée (nature et concentration), de l'épaisseur des débits et de l'essence traitée.

Il peut varier, en fait de 1 à 4 semaines; pour plus de détails, le lecteur pourra s'adresser à la Division de Préservation des Bois du CENTRE TECHNIQUE FORESTIER TROPICAL qui a acquis dans ce domaine une expérience certaine.

Lorsque la période nécessaire à une bonne diffusion est achevée, les piles mortes sont défaites et les débits sont disposés pour sécher à l'air, dans les conditions normales de constitution des piles de séchage. Celles-ci seront établies sous abri, afin que les pluies ne retardent pas le séchage des débits et ne délavent pas une partie des produits ayant pénétré dans le bois.

Nous avons vu que l'utilisation d'un tel traitement implique l'emploi de sels très solubles dans l'eau. En fait, à l'heure actuelle, seul l'élément bore, de par son efficacité et de par la possibilité qu'il a de se trouver en concentrations suffisantes dans les solutions de traitement, peut donner satisfaction. Les sels de bore ont une activité insecticide essentiellement contre les insectes de piqure blanche du type *Lyctus* et une activité fongicide vis-à-vis des champignons de pourriture (sauf ceux de pourriture molle). Par contre, leur efficacité étant très insuffisante contre les champignons de discoloration et de moisissure, il risque fort de se produire des altérations dues à ces organismes si des mesures de lutte complémentaires ne sont pas prises (par exemple, incorporation aux solutions boraciques d'un fongicide approprié, tel que le pentachlorophénol).

Les formulations employées actuellement sont, soit uniquement à base de sels de bore, soit à base de sels de bore associés à du fluorure de sodium, ce produit renforçant encore l'activité des solutions de traitement.

Il convient, en terminant ce paragraphe, de souligner les avantages et de noter les inconvénients de la méthode :

- Les avantages ?

— L'utilisation d'un certain nombre de bois tropicaux tendres, tels que l'Obeche, l'Ilomba, l'Ékoune, le Koto, le Fuma, etc..., en menuiseries intérieures (moulures, baguettes, plinthes, etc...) se heurte à l'obstacle que constitue leur sensibilité aux attaques des *Lyctus*, donc à la nécessité de leur appliquer un traitement de préservation. Une méthode pourrait consister à traiter le bois sec à l'air après usinage définitif. Dans ces conditions, on devrait obligatoirement employer des produits en solution organique, appliqués par trempage ou aspersion. Or, ces produits coûtent cher en raison même des qualités qu'ils possèdent et dont les principales sont de ne pas s'opposer au collage et aux finitions ultérieures (peintures et vernis) des bois traités, de ne pas leur conférer d'odeur désagréable, de ne pas les rendre toxiques..., en résumé, de permettre au bois d'être mis en œuvre à l'intérieur des constructions sans danger, inconvénient ou désagrément. On aboutirait ainsi au paradoxe d'être obligé d'employer des produits très élaborés, donc très coûteux, pour traiter, sur le plan de la lutte contre les *Lyctus*, des bois relativement bon marché. Cette méthode, techniquement valable, ne le serait pas financièrement. On comprend donc que le procédé par trempage rapide et diffusion, qui n'utilise que des produits peu coûteux, présente un avantage certain.

— Ce procédé permettant de traiter **les débits** dans toute la masse du bois, ceux-ci **peuvent être ultérieurement retravaillés sans que des parties non traitées soient mises à nu et susceptibles alors d'être attaquées** (comme c'est souvent le cas avec les méthodes de traitement périphérique).

En outre :

- Il est compatible avec les finitions ultérieures du bois (peintures et vernis).
- Il ne modifie pas la couleur du bois.
- Il ne demande qu'un matériel simple et peu onéreux, bien que les cuves nécessitent un système de chauffage destiné à remettre en solution le produit qui cristallise, en partie, au bout d'un certain temps.
- Le bois traité n'est pas toxique pour l'homme et les animaux domestiques.

● Les inconvénients ?

— Les expériences effectuées jusqu'à présent n'ont porté que sur des débits d'épaisseur inférieure ou égale à 54 mm et l'on ne peut affirmer que la technique serait valable pour des débits d'épaisseur supérieure.

— L'incorporation de fongicides aux solutions boraciques n'est pas encore complètement résolue et il est à craindre, pour certaines essences très fragiles, des attaques de champignons de discoloration et des développements de moisissures au cours de la période de diffusion.

Cependant, les avantages l'emportent de beaucoup sur les inconvénients. L'application du procédé dans les scieries situées dans les pays mêmes de production permettrait de proposer à l'exportation des sciages protégés dans la masse et il est normal de penser que ceux-ci pourraient faire l'objet d'une demande importante, car les utilisateurs de tels bois se trouveraient complètement déchargés de l'obligation du traitement à la mise en œuvre. En dépit d'un prix d'achat un peu plus élevé (l'augmentation étant due au coût du traitement en scierie), ils réaliseraient, à n'en point douter, une économie substantielle.

Toutes ces raisons devraient conduire au développement de ce type de traitement en zone tropicale.

323. Les traitements par aspersion et badigeonnage.

Ces procédés d'application sont réservés aux produits en solution organique pour le traitement des bois secs et constituent une alternative au traitement par trempage.

323.1. L'aspersion en tunnel

Ce procédé permet d'obtenir sur des bois bruts de sciage un **résultat analogue à celui donné par le trempage court**. Il permet de traiter des éléments de n'importe quelle longueur avec un volume de produit relativement limité qui est recyclé. Les bois à traiter, entraînés mécaniquement, passent longitudinalement entre des jets de produit organique en nombre suffisant et orientés de telle façon que toutes les faces, sections comprises, soient imprégnées de manière homogène. L'aspersion se fait sous un capot protecteur qui évite les projections de produit. Un dispositif placé à la sortie du tunnel permet de recueillir l'excédent de produit retenu sur la face supérieure du débit. Une table d'égouttage permet de parfaire la récupération de l'excédent de produit qui, après filtration, retourne au réservoir d'alimentation.

Il est nécessaire ici de souligner qu'il ne faut pas confondre l'aspersion et la pulvérisation et que le traitement au moyen d'un pulvérisateur classique est absolument à proscrire.

323.2. Le badigeonnage :

Il peut arriver que des bois soient mis en place sans que l'on ait pensé à envisager le problème de leur bonne conservation dans le temps et, qu'après coup, on se souvienne que, en définitive, il ne serait peut-être pas inutile d'aider le bois à lutter contre les attaques de certains organismes destructeurs. Il n'est alors plus question de traiter les pièces de bois par trempage ou par aspersion en tunnel. Il est nécessaire de les traiter in situ, et seul, le badigeonnage peut être utilisé.

L'application d'un produit à la brosse ou au rouleau est, en fait, le plus simple de tous les procédés, mais ce n'est pas celui qui donne les meilleurs résultats, pour la bonne raison qu'il ne permet de traiter que les zones apparentes et, qu'en aucune manière, les parties cachées (par exemple, encastrées dans des maçonneries...) ne seront concernées par le traitement. Pour tirer le meilleur profit de cette méthode, il convient de respecter quelques règles très simples :

- effectuer une application abondante,
- passer, si nécessaire, le produit en plusieurs fois en attendant qu'une couche soit absorbée par le bois pour passer la suivante,
- insister au niveau des fentes et des assemblages éventuels,
- penser que ce traitement n'étant généralement que superficiel, il conviendra d'appliquer, de nouveau, du produit aux zones ultérieurement retravaillées.

324. Les traitements par déplacement de sève

324.1. Principe et généralités

Ces modes de traitement ne sont pas récents puisque les premières expérimentations dues au Docteur BOUCHERIE datent d'un siècle environ.

Contrairement aux modes d'application des produits de préservation décrits précédemment, qui n'intéressent que les bois sciés (exception faite de l'injection en autoclave qui permet également de traiter des poteaux, des piquets, des perches,...), les traitements par déplacement de sève ne sont applicables qu'aux bois ronds. Ces traitements mettent à profit les mécanismes naturels de circulation de la sève dans les tissus vivants de l'arbre pour éliminer celle-ci et la remplacer par un produit de préservation qui imprégnera les parois cellulaires.

Les différents modes de traitement que nous décrirons ultérieurement consistent à faire cheminer le produit de préservation en solution aqueuse, le long du fût, de l'une des extrémités jusqu'à l'autre. La solution antiseptique chasse la sève devant elle et, à la fin de l'opération, les tissus, précédemment gorgés de sève, sont imbibés par le produit de préservation.

Ceci implique que le traitement soit obligatoirement effectué **sur des bois fraîchement abattus**, possédant encore une structure interne intacte dans laquelle les cellules ont conservé l'intégrité de leurs propriétés physico-mécaniques : il faut qu'il y ait une continuité entre le passage de la sève et celui du produit de préservation en solution.

Le délai entre l'abattage et le début du traitement est fonction : de l'essence à traiter et des conditions climatiques de la région considérée, et nulle règle précise ne peut être fournie à ce sujet.

Examinons maintenant les avantages et les inconvénients des traitements par déplacement de sève.

● Les avantages ?

— L'appareillage utilisé, comme nous le verrons par la suite, est simple, rustique, facile à fabriquer localement, d'un entretien aisé et d'un prix modique.

— Le dispositif étant facilement démontable, un chantier de traitement peut, sans difficulté, être transféré d'une place à une autre selon les besoins en bois traités et selon les disponibilités en matière première : si, par exemple, telle zone d'abattage est épuisée, il est aisé de déplacer le chantier.

— Les bois devant être traités frais, n'ayant donc pas à subir de séchage préalable, seront mis automatiquement à l'abri des attaques d'insectes et de champignons qui seraient susceptibles de se produire au cours de la période de séchage.

● Les inconvénients ?

— De par son principe même, tout traitement par déplacement de sève ne concerne que les parties vivantes des bois ronds : **seul, donc, l'aubier sera traité; le bois parfait ne le sera jamais**. A vrai dire, cet inconvénient n'est pas spécifique aux traitements par déplacement de sève : même dans le cas de l'injection sous pression, si les aubiers sont généralement bien imprégnables, la grande majorité des bois parfaits ne l'est que très peu. A ce sujet, l'emploi de bois ronds présente un avantage dans la mesure où la couronne d'aubier, si elle est suffisamment épaisse et si elle est traitée d'une manière satisfaisante, constitue un manchon protecteur qui empêchera l'attaque du bois de cœur par les organismes destructeurs.

— Les bois doivent être traités frais, c'est-à-dire dans un délai variable après l'abattage (mais, de toute façon, inférieur à 8 jours); ceci implique une organisation sérieuse du travail (approvisionnement suffisant en bois selon les besoins et, surtout, selon la capacité de traitement du chantier).

Nous allons maintenant étudier les différents types de traitement par déplacement de sève.

324.2. Le procédé « Boucherie »

Il s'applique principalement aux poteaux supports de lignes électriques et téléphoniques et, en général, aux bois ronds (piquets et perches) d'un certain diamètre (18-20 cm).

Dans ce procédé, le cheminement du produit de préservation en solution aqueuse est assuré par l'action d'une pression obtenue, soit au moyen d'un compresseur, soit selon le principe de l'hydrostatique (qui est habituellement le plus utilisé). Dans ce dernier cas, la pression nécessaire est obtenue en surélevant le réservoir contenant le produit à 7 ou 8 mètres au-dessus du sol. Cette surélévation de la cuve d'alimentation sera réalisée, soit en utilisant un monticule naturel, soit, et c'est le plus fréquent, en perchent le réservoir sur un portique en bois démontable.



Vue générale d'un chantier Boucherie en France (Photo Déon)

Description de l'équipement (voir figure 7 page 69).

● **La cuve d'alimentation** : c'est elle qui contient le produit de préservation. Sa forme importe peu (cylindrique, parallélépipédique). Elle devra principalement résister à la corrosion par le produit antiseptique. La présence de sulfate de cuivre dans de nombreux produits interdit absolument l'emploi du fer. Pour des raisons de prix et de solidité, il semble que le bois soit le matériau le plus convenable.

● **Le tuyau d'alimentation et la rampe de distribution** : le tuyau est fixé à sa partie supérieure sur la vanne de sortie de la cuve et, en bas, relié à une rampe de distribution. L'emploi de tuyau de polyvinyl est conseillé. La rampe sera, soit en plomb, soit en cuivre, soit en tout autre matériau résistant à la corrosion.

● **Le tampon de raccordement** : il constitue, de tout l'appareillage, la partie la plus délicate à réaliser, car il doit obéir aux impératifs suivants :

- être étanche,
- permettre à la solution antiseptique d'avoir accès à toutes les zones imprégnables du poteau,
- ne pas se détacher au cours du traitement,
- être de pose facile et rapide.

Au simple tampon en bois, encore utilisé couramment en France pour le traitement des poteaux de Pins et qui donne toute satisfaction pour les résineux, ont succédé d'autres types de tampons plus élaborés (type B.A.M. — type C.S.I.R.O., ...) destinés plus particulièrement au traitement des poteaux d'essences feuillues pour lesquels les modes de cheminement de la solution antiseptique sont différents de ceux observés dans les résineux. Naturellement, cette recherche d'une meilleure imprégnation s'est traduite par une sophistication du matériel et par l'augmentation de son prix. Il n'est pas dans le but de ce manuel de décrire en détail toutes les améliorations successives qui ont pu être apportées. D'ailleurs, ces améliorations nécessaires de caractère technologique ont entraîné une complication du matériel qui retire en partie au procédé sa grande simplicité qui n'est pas le moindre de ses avantages. Le lecteur, ou l'utilisateur éventuel du procédé Boucherie, qui serait intéressé par les détails de fabrication des différents types de tampons est prié de se reporter à des publications spécialisées ou de demander à la Division de Préservation des Bois du CENTRE TECHNIQUE FORESTIER TROPICAL, tout renseignement complémentaire à ce sujet.

Conduite de l'injection. — Une fois le poteau mis en place sur deux supports (la base étant légèrement surélevée par rapport à l'extrémité), le tampon fixé, la solution de traitement préparée, la mise sous pression peut être effectuée et il convient alors de vérifier qu'il n'y a pas de fuites au niveau du tampon.

Le temps de traitement ne peut être fixé arbitrairement : il varie avec la longueur du poteau, l'essence concernée, la nature du produit, etc... L'utilisateur du procédé Boucherie devra être en mesure de savoir faire des essais préliminaires qui lui fourniront les conditions optimales d'injection (concentration de la solution, temps de traitement, etc...).

Remarque. — Nous ne voudrions pas terminer ce paragraphe sans aborder le problème des effluents, d'une part du point de vue économique, d'autre part en ce qui concerne la pollution. Il est certain que, de par son principe même, le procédé Boucherie, comme tous les procédés par déplacement de sève, entraîne des pertes (relativement importantes) en produit de préservation. On peut estimer que pour 100 kilogrammes de produit restant effectivement dans le bois, 15 à 20 kilogrammes sont perdus dans les solutions qui sortent en bout des poteaux. L'utilisateur éventuel du procédé Boucherie ne doit donc pas oublier ce facteur dans l'établissement du coût du traitement des poteaux.

Mais le problème de la pollution de l'environnement nous semble encore plus sérieux. Généralement, les centaines de litres d'effluents perdus chaque jour dans un chantier d'imprégnation de poteaux, se perdent dans le sol et peuvent, dans certaines conditions, perturber sérieusement le milieu ambiant (surtout si le produit employé est de type chrome-cuivre-arsenic) et provoquer de graves intoxications. Il serait donc souhaitable, à tous égards, que se généralise la récupération et le recyclage des produits de préservation salins. Des recherches ont été entreprises avec succès en Allemagne sur le sujet pour un produit de type chrome-cuivre-bore; il serait nécessaire que d'autres le soient avec les produits contenant des sels arsenicaux.

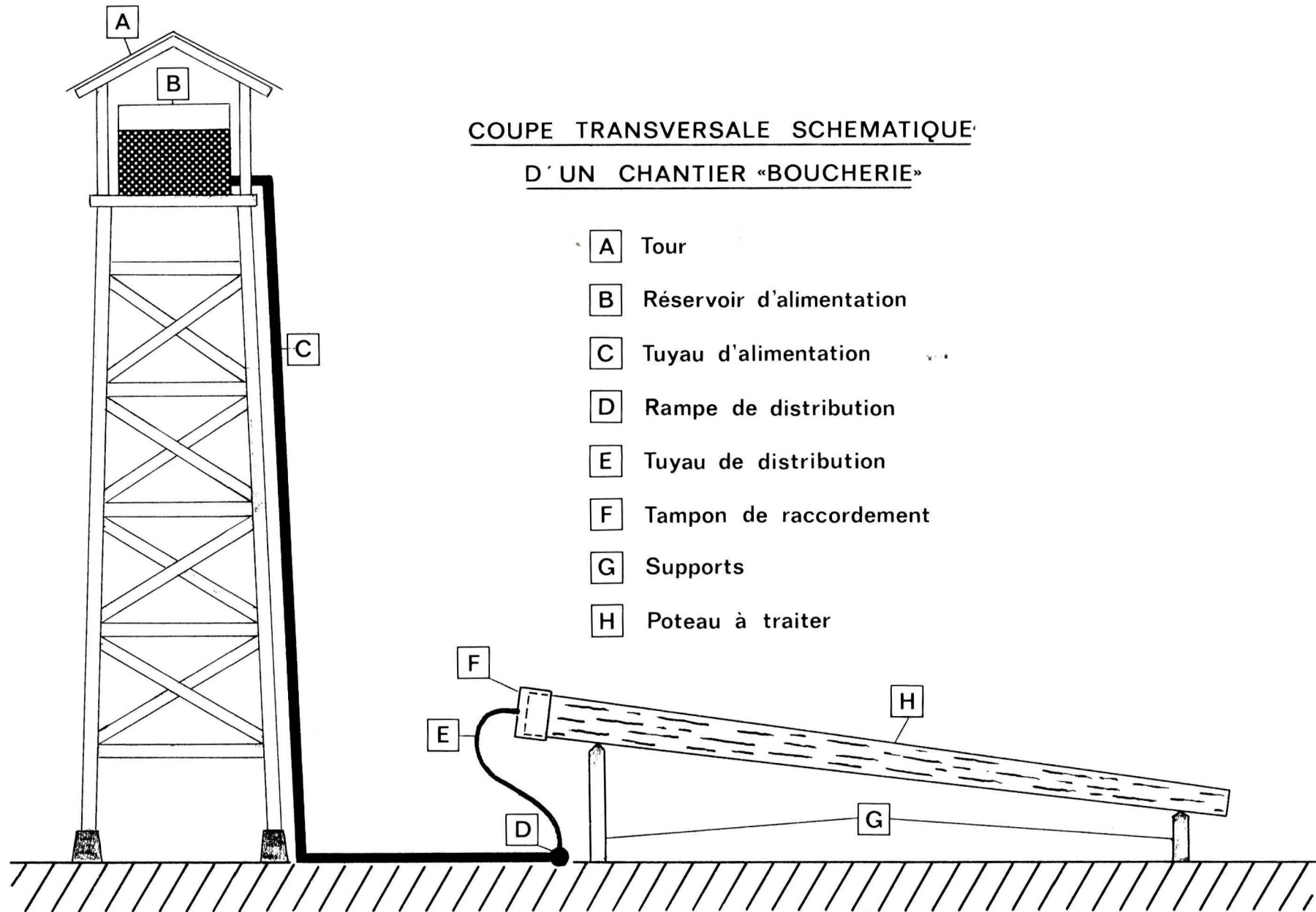


Figure 7



Gabon : Station expérimentale de traitement de poteaux par le procédé « Boucherie »
(Photo Déon)

324.3. Traitement par trempage à froid de perches et piquets en sève

Ce procédé, que l'on appelle également « traitement par remplacement de sève », consiste à tremper la base des piquets en sève dans un bac contenant la solution antiseptique (qui sera obligatoirement une solution aqueuse d'un produit salin). Ce mode de traitement est encore plus rustique que le procédé Boucherie puisqu'il ne nécessite comme matériel qu'un simple fût (que l'on aura préalablement protégé de la corrosion par le produit de préservation en le peignant intérieurement et extérieurement avec une peinture adéquate).

La partie aérienne du piquet sèche et au fur et à mesure que la sève contenue dans les vaisseaux s'évapore, la solution antiseptique est « aspirée » vers le bout du piquet. C'est par un phénomène combiné capillarité-diffusion que s'effectue l'imprégnation. Tous les essais qui ont pu être effectués ont confirmé l'importance du facteur évaporation et ont permis d'aboutir aux conclusions suivantes :

- le maintien des feuilles en bout de perches est très favorable à l'imprégnation.
- le maintien de l'écorce est défavorable.

En ce qui concerne les résultats obtenus, on a constaté que la répartition longitudinale en produit de préservation est médiocre : on observe une accumulation au niveau de la zone de trempage et une décroissance très rapide des teneurs. Bien entendu, la protection apportée au bois n'est pas aussi bonne que celle qui aurait pu être obtenue par injection sous pression. Mais il ne faut pas perdre de vue que si ce procédé prolonge la durée de



Trempage de perches au pied (Photo Thiel)

service des perches et des piquets de 5 ou 6 ans, l'opération, qui ne coûte guère que le prix du produit de préservation, est rentable. C'est pourquoi, ce type de traitement, qui peut être mis en œuvre dans n'importe quel village, devrait se développer largement.

L'utilisateur éventuel respectera, pour obtenir le résultat optimal, les trois règles suivantes :

- piquets de longueur égale ou inférieure à 2 m.
- écorçage des piquets.
- ventilation aussi bonne que possible (choix d'une station et d'une saison favorables, disposition des piquets permettant une bonne circulation de l'air entre eux).

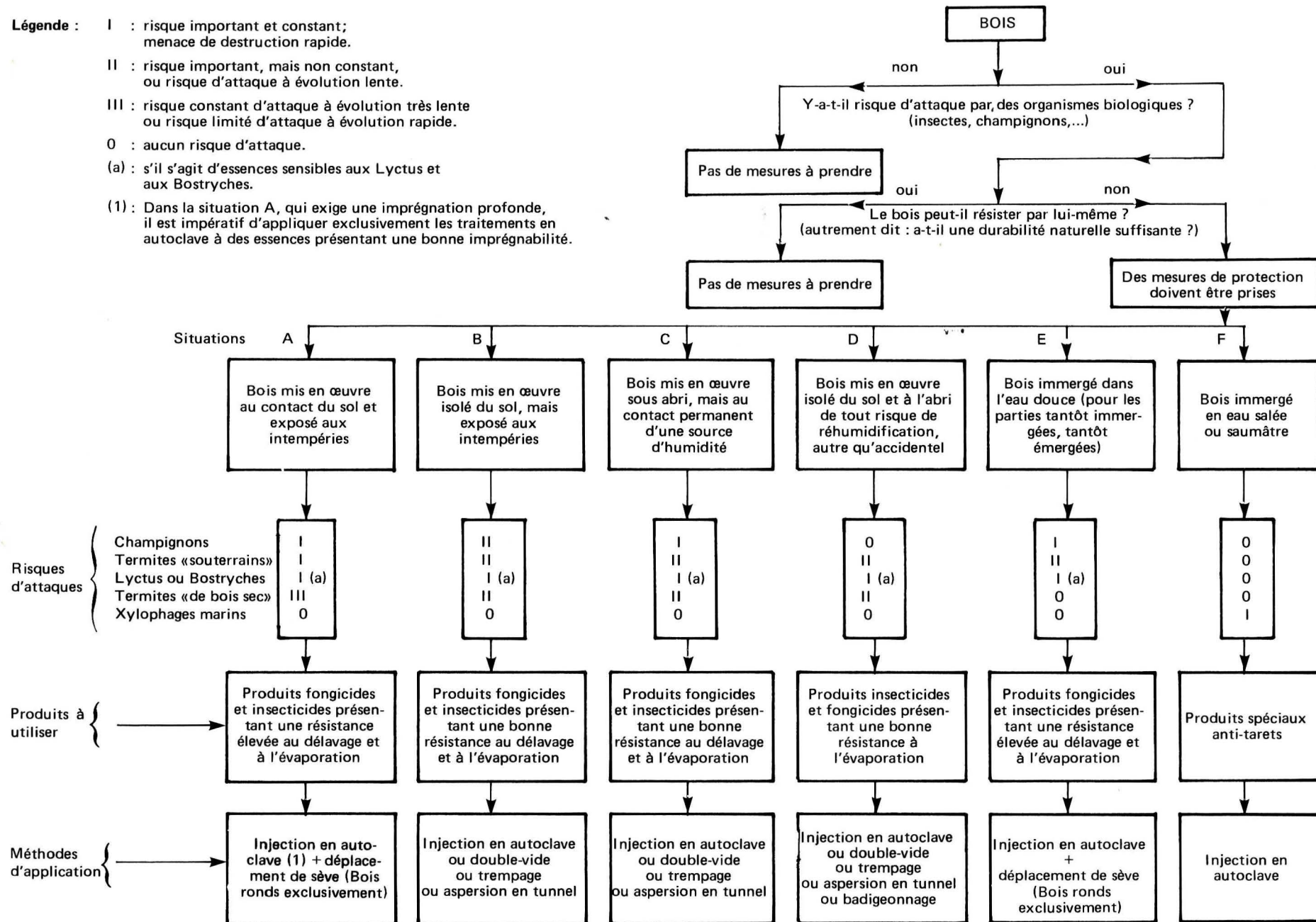
33. CONCLUSION

Dans les pages qui précèdent, nous avons décrit un certain nombre de procédés de traitement des bois mis en œuvre et l'entrepreneur ou l'architecte aura peut-être du mal à faire un choix judicieux parmi ces méthodes pour résoudre le problème qui se pose à lui.

Il faut que la personne qui veut protéger telle ou telle pièce de bois, tel ou tel ouvrage, se pose le problème dans les termes que nous schématiserons par le tableau III, donné en page 72. Cet organigramme, comme toutes les représentations schématiques, présente l'inconvénient de simplifier un peu les choses. Néanmoins, il a l'avantage de sérier les problèmes et évitera à son utilisateur éventuel des erreurs qui pourraient conduire à un échec irrémédiable.

TABLEAU III

- Légende :**
- I : risque important et constant; menace de destruction rapide.
 - II : risque important, mais non constant, ou risque d'attaque à évolution lente.
 - III : risque constant d'attaque à évolution très lente ou risque limité d'attaque à évolution rapide.
 - 0 : aucun risque d'attaque.
 - (a) : s'il s'agit d'essences sensibles aux Lyctus et aux Bostryches.
 - (1) : Dans la situation A, qui exige une imprégnation profonde, il est impératif d'appliquer exclusivement les traitements en autoclave à des essences présentant une bonne imprégnabilité.



34. RÉSUMÉ

Aucun produit de préservation des bois mis en œuvre ne pourra donner des résultats satisfaisants s'il n'est pas correctement appliqué.

A chaque produit commercial correspondent obligatoirement une ou plusieurs méthodes d'application.

On peut classer les procédés de traitement en quatre grandes catégories. Bien qu'ils soient différents les uns des autres, ces procédés ont tous le même but : imprégner les bois de telle façon que les produits de préservation introduits dans le bois lui assurent une durée de service économiquement et techniquement acceptable.

Les traitements dits sous pression (procédés Bethell, Rüping, Lowry), auxquels on peut ajouter le procédé double-vide, ont pour but de faire pénétrer le produit le plus profondément possible dans le bois. Ils nécessitent des appareillages assez importants qui ne peuvent se concevoir que dans le cadre d'une grosse entreprise. Ils ne peuvent s'appliquer qu'à des bois secs.

Les traitements par trempage peuvent être divisés en :

- trempage en solution organique applicable à des bois secs et assurant un effet «barrière» entre le milieu ambiant et la masse du bois.
- trempage en solution aqueuse applicable à des bois d'humidité comprise entre 30 et 60 % : c'est le trempage long et diffusion.
- trempage en solution aqueuse applicable à des bois d'humidité supérieure à 60 % : c'est le traitement par trempage rapide et diffusion.

Les traitements par badigeonnage ou aspersion (par des produits en solution organique) ne sont que des traitements de surface que l'on réservera aux bois n'ayant à redouter que de faibles attaques d'origine biologique. Ils ne peuvent s'appliquer qu'à des bois secs.

Les traitements par déplacement de sève ne concernent que les bois ronds (poteaux, piquets, perches). Ils étaient, jusqu'à présent, réservés aux poteaux supports de lignes et n'étaient donc utilisés que par des entreprises spécialisées. Ils devraient pouvoir maintenant se répandre à d'autres secteurs de l'activité d'un pays (traitement de piquets de clôture, de perches et de poteaux à usage rural, ...), d'autant plus qu'ils ne nécessitent qu'un matériel simple et peu onéreux.

Afin d'éviter des erreurs grossières dans le choix d'une méthode de traitement, le lecteur pourra se reporter au tableau III, donné en page 72. En ce qui concerne les produits, nous avons préféré rester dans les généralités : il est évident, par exemple, que l'on n'emploiera pas le même type de produit pour traiter des meubles que pour traiter des éléments de charpente, alors que l'on peut classer ces deux emplois du bois dans la même rubrique D «Bois mis en œuvre, isolé du sol et à l'abri de tout risque de réhumidification». Nous traiterons de la question dans les chapitres relatifs aux applications.

4. L'IMPRÉGNABILITÉ DU BOIS

Nous avons étudié, dans le chapitre précédent, diverses méthodes de traitement applicables aux bois mis en œuvre, et il est bien connu que les différentes essences ne réagissent pas de la même façon vis-à-vis des divers procédés.

Nous avons évoqué, antérieurement, la notion d'imprégnabilité, mais pour mieux comprendre les mécanismes de pénétration des produits de préservation dans le bois, il est indispensable de se souvenir que c'est un matériau issu d'un végétal. Pour circuler dans le bois, un liquide emprunte essentiellement les voies de circulation normales de la sève lorsque l'arbre était vivant. Il y a, dans le tronc d'un arbre, un réseau longitudinal important qui correspond à la circulation ascendante de l'eau et des sels minéraux depuis les racines jusqu'aux feuilles et un circuit de distribution transversal grâce auquel la sève élaborée par les feuilles et redescendant dans le tronc peut nourrir les cellules vivantes du bois à tous les niveaux. Chez les essences feuillues, la circulation ascendante est

assurée par des cellules appelées vaisseaux, communiquant entre elles et la distribution transversale par les rayons qui sont constitués par des cellules horizontales.

Lors de la croissance de l'arbre, les parties du tronc les plus âgées cessent d'être fonctionnelles et leur circuit n'est plus emprunté pour la montée des liquides. Cette évolution s'accompagne de modifications qui correspondent à la formation du bois parfait, modifications qui sont susceptibles de perturber ultérieurement le cheminement des produits de préservation dans le bois. Ceci explique que le bois parfait est, en règle générale, beaucoup plus réfractaire à l'imprégnation que l'aubier.

La structure anatomique varie beaucoup avec les espèces et de nombreux chercheurs ont essayé de trouver les lois exactes qui régissent l'aptitude à l'imprégnation des bois. Jusqu'à présent, en dépit des études nombreuses effectuées sur ce sujet, aucune théorie précise n'a pu être formulée. On peut seulement dire que, pour un produit donné :

- les bois légers ont plus de chances de se laisser imprégner que les bois denses.
- un bois léger n'est pas forcément bien imprégnable (autrement dit le degré d'imprégnabilité n'est pas lié à la densité). A citer comme exemple l'ALÉ (de densité 0,5) qui est complètement réfractaire à l'imprégnation.
- un bois présentant une bonne imprégnabilité par un procédé ne sera pas forcément bien imprégnable par un autre procédé.

Généralement, le degré d'imprégnabilité est défini conventionnellement par rapport aux résultats obtenus par imprégnation en autoclave (par vide et pression). Le lecteur trouvera en pages 42 à 48 les tableaux II et II bis donnant des renseignements sur l'imprégnabilité d'un certain nombre de bois tropicaux par injection sous pression.

5. PROTECTION DES BOIS DE CONSTRUCTION

Dans les pays tropicaux, de nombreux types de constructions font appel au bois, dans de multiples usages et d'une manière qui réalise souvent une heureuse harmonie avec d'autres matériaux. Cela va de la «case» tout en bois que l'on trouve très souvent dans les zones rurales, à l'immeuble de la ville où, seuls, quelques détails architecturaux font appel à ce matériau. Le bois a une stabilité remarquable lorsqu'il est mis en œuvre dans les règles de l'art. Il peut cependant arriver qu'il soit l'objet d'attaques de la part de divers agents biologiques, principalement champignons et insectes. Il est donc nécessaire de connaître les risques d'attaque qu'encourt le bois dans l'emploi envisagé (charpente, menuiseries,...), de savoir si l'essence utilisée possède une durabilité naturelle suffisante et de prévoir, si cela est nécessaire, des mesures de protection. Il n'est pas inutile de rappeler brièvement à quels risques d'ordre biologique sont soumis les bois de construction.

51. RISQUES D'ATTAQUE PAR LES CHAMPIGNONS

Nous avons vu, dans le chapitre «Les agents de détérioration des bois mis en œuvre», que les champignons ont besoin, pour s'installer et se développer dans le bois, d'une certaine quantité d'eau et qu'à une humidité inférieure à 20 %, le bois est automatiquement à l'abri des attaques fongiques. Ce seuil de 20 % est supérieur à la teneur en eau du bois «sec à l'air», c'est-à-dire en équilibre hygrométrique avec l'atmosphère ambiante (dans les pays tropicaux humides comme le sont le Gabon, une grande partie de la Côte d'Ivoire, ou le Cameroun méridional, un bois «sec à l'air» a une humidité de l'ordre de 19 %). Ceci devrait faire admettre le bien-fondé de la plus élémentaire et principale règle de bonne mise en œuvre du bois, à savoir, pratiquer l'usinage définitif sur des bois parvenus à leur humidité d'équilibre, et, en conséquence, ne mettre en œuvre que des bois correctement séchés.

Toutes ces considérations indiquent que, dans une construction bien étudiée et bien faite, les bois de charpente abritée, les parquets, les bois de menuiserie intérieure (plinthes, encadrements de porte,...), et, en règle générale, les bois qui ne risquent pas d'être réhumidifiés, ne sont pas menacés par la pourriture. Il ne faut cependant pas croire que tous les bois de menuiserie intérieure sont à l'abri d'attaques de champignons. Il faut prêter attention aux éléments susceptibles d'être mis en œuvre au contact de maçonneries humides ou d'être atteints par des eaux de condensation (canalisations d'eau, dessous d'éviers, salles de bain, encastres de climatiseurs, etc., partout où l'humidité ambiante est élevée et où la ventilation est médiocre ou mauvaise).



Maison au Gabon (menuiseries extérieures en bois) (Photo C.T.F.T.)

Altération fongique sur auvent au Gabon (Photo Déon)



Il ne faut pas cependant oublier que de nombreuses maisons présentent également des menuiseries extérieures et que les risques de réhumidification des bois étant plus grands, particulièrement en zone tropicale, les champignons peuvent attaquer gravement le bois si celui-ci n'est naturellement pas résistant ou si des mesures préventives ne sont pas prises. En dehors des champignons de pourriture qui détruisent la substance même du bois et diminuent gravement ses propriétés physiques et mécaniques, d'autres champignons peuvent produire des altérations du bois moins graves, mais cependant très ennuyeuses, en en modifiant l'aspect; le plus souvent, ils produisent des phénomènes de bleuissement ou de noircissement très gênants avec les bois clairs. Ce type d'altération est fréquent sur les menuiseries extérieures exposées aux intempéries; il peut même se développer sur des bois peints ou vernis et il contribue alors à accélérer le processus de détérioration des peintures et des vernis eux-mêmes.

52. RISQUES D'ATTAQUE PAR LES INSECTES

Dans les pays tropicaux, les insectes destructeurs des bois de construction sont principalement les termites, les Bostryches et les Lyctus. Nous avons étudié précédemment ces insectes et nous laissons au lecteur le soin de se reporter au chapitre «Les agents de détérioration des bois mis en œuvre». Il est néanmoins souhaitable de souligner qu'étant donné la biologie de ces insectes, il n'est pas possible de protéger le bois de leurs attaques par le seul respect des bonnes règles de mise en œuvre le mettant à l'abri de l'humidité et, qu'en règle générale, les insectes constituent, pour les bois de construction, un danger moins facile à éviter que celui de la pourriture.

53. MÉTHODES PRÉVENTIVES DE PROTECTION DES BOIS DE CONSTRUCTION

Une construction en pays tropical peut durer très longtemps si deux types de mesures préventives sont appliqués.

531. Des mesures architecturales

Il serait trop long d'énumérer ici tous les détails de construction qui peuvent empêcher l'installation et le développement des agents destructeurs du bois et nous nous bornerons à ne donner que quelques exemples :

- en pays termité, traiter le sol qui supportera la maison au moyen d'un produit insecticide valable et isoler la construction au moyen de pilotis en béton : les risques d'attaque par les «termites souterrains» en seront grandement diminués.
- assurer une bonne ventilation de toute la maison et éviter les réduits humides.
- ne pas encastrier le bois dans des pièces de béton.
- faire déborder largement la toiture par rapport aux parois (les risques de réhumidification des menuiseries extérieures par les eaux de pluie en seront diminués).

532. Des mesures de protection des bois

Le tableau IV des pages 78 et 79 donne les possibilités d'emploi des principaux bois tropicaux dans la construction. Il est bien entendu que ces données ne concernent que le bois parfait, les aubiers étant, dans la majorité des cas, moins résistants.

Le tableau V de la page 80 résume les mesures préconisées pour les bois de construction en fonction de leur durabilité naturelle et des conditions d'emploi.



Maison tout en bois au Congo
 (Noter la surélévation de la construction par rapport au sol)
 (Photo Tuffier)

Autoclave industriel pour le traitement de menuiseries
 (Photo Fougerousse)

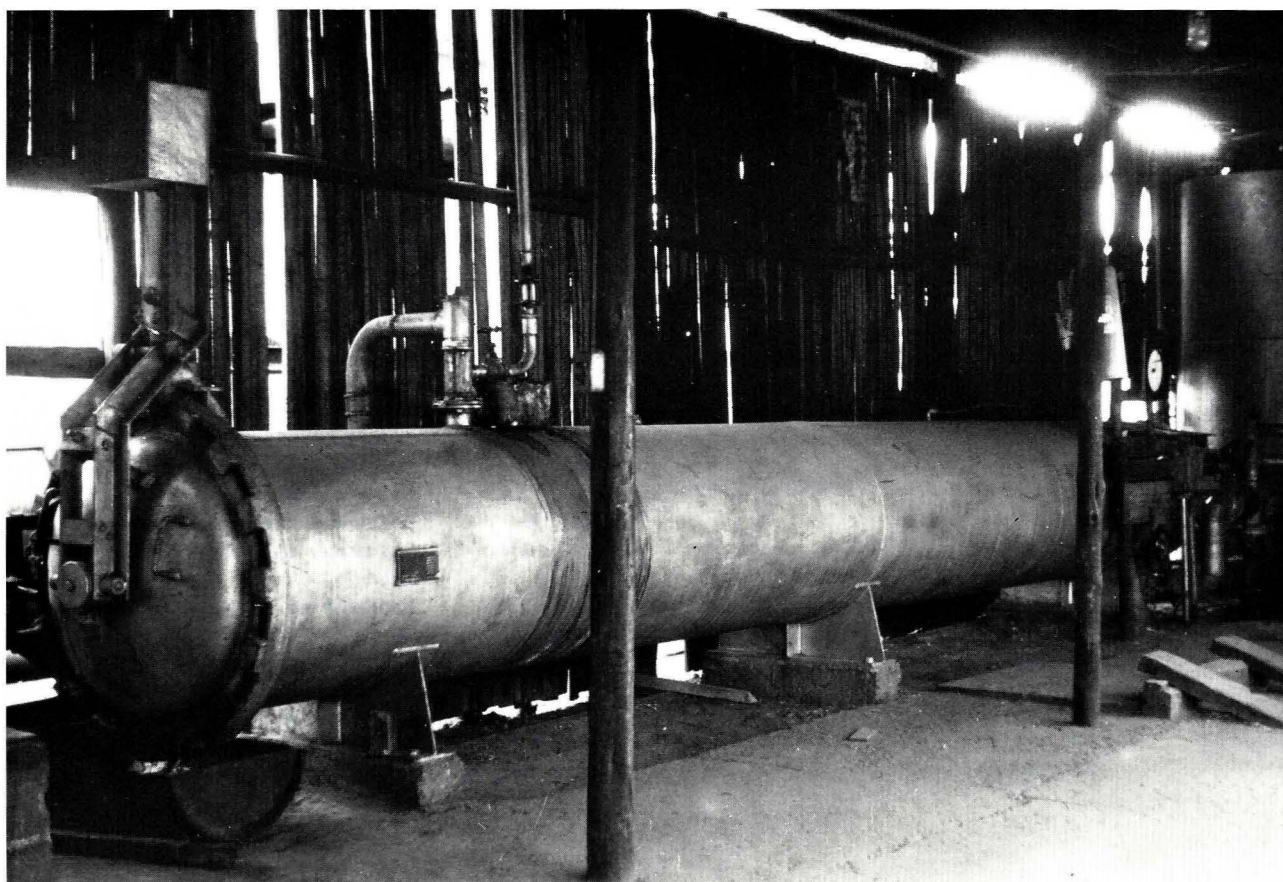


TABLEAU IV

Possibilités d'emploi des essences tropicales dans la construction

Pour les essences des catégories II, III et IV, la lettre figurant dans la colonne de droite, en regard du nom de chaque bois, donne l'indication de l'imprégnabilité de ce bois selon la cotation suivante :

(F) faible imprégnabilité, (M) imprégnabilité moyenne, (B) bonne imprégnabilité

I. Bois très durables (Classe 1), dont l'emploi dans la construction de bâtiments ne nécessite pas de traitement de préservation.

Afrormosia	<i>Pericopsis elata</i>	Maçaranduba	<i>Manilkara bidentata</i>
Azobé	<i>Lophira alata</i>	Manbarklak	<i>Eschweilera</i> spp.
Bagasse	<i>Bagassa</i> spp.	Merbau	<i>Intsia</i> spp.
Balau	<i>Shorea</i> spp. section <i>Eushorea</i>	Moabi	<i>Baillonella toxisperma</i>
Bilinga	<i>Nauclea diderrichii</i>	Mukulungu	<i>Autranella congolensis</i>
Billian	<i>Eusideroxylon zwageri</i>	Muninga	<i>Pterocarpus angolensis</i>
Bubinga	<i>Guibourtia</i> spp.	Niové	<i>Staudtia stipitata</i>
Chengal	<i>Balanocarpus heimii</i>	Oboto	<i>Mammea africana</i>
Congotali	<i>Letestua durissima</i>	Okan	<i>Cylicodiscus gabunensis</i>
Doussié	<i>Azelia</i> spp.	Padauk	<i>Pterocarpus</i> spp.
Greenheart	<i>Ocotea rodiaei</i>	Padouk	<i>Pterocarpus soyauxii</i>
Ipé	<i>Tabebuia</i> spp.	Pyinkado	<i>Xylinia</i> spp.
Kanda	<i>Beilschmiedia</i> spp.	Tali	<i>Erythrophleum</i> spp.
Kapur	<i>Dryobalanops</i> spp.	Teck	<i>Tectona grandis</i>
Landa	<i>Erythroxylum mannii</i>	Wacapou	<i>Vouacapoua americana</i>
Makoré	<i>Tieghemella heckelii</i>	Walaba	<i>Eperua</i> spp.

II. Bois durables à très durables (Classe 2) ne nécessitant de traitement de préservation que s'ils sont employés en contact du sol ou de sources d'humidité fréquentes. Le traitement de préservation est alors simplement destiné à renforcer la résistance naturelle du bois dans les emplois correspondant à de très mauvaises conditions de conservation.

Basralocus	<i>Dicorynia guianensis</i>	F	Limbali	<i>Gilbertiodendron</i> spp.	F
Bossé	<i>Guarea</i> spp.	F	Louro vermelho	<i>Ocotea rubra</i>	F
Courbaril	<i>Hymenaea cburbaril</i>	F	Mansonia	<i>Mansonia altissima</i>	F
Goupi	<i>Goupia glabra</i>	M	Mersawa	<i>Anisoptera</i> spp.	F
Iatandza	<i>Albizia ferruginea</i>	F	Movingui	<i>Distemonanthus benthamianus</i>	M
Iroko	<i>Chlorophora excelsa</i>	F	Ovèngkol	<i>Guibourtia ehie</i>	F
Izombé	<i>Testulea gabonensis</i>	F	Parcouri	<i>Platonia insignis</i>	F
Jaboty	<i>Erisma uncinatum</i>	F	Peroba de Campos	<i>Paratecoma peroba</i>	F
Kotibé	<i>Nesogordonia</i> spp.	F	Saint-Martin rouge	<i>Andira</i> spp.	F

III. Bois moyennement durables à durables (Classe 3 et 4) dont le traitement est nécessaire dans tous les emplois comportant des risques importants d'attaque et recommandé dans tous les autres emplois (par exemple, menuiseries extérieures exposées aux intempéries, mais isolées du sol), sauf en menuiserie intérieure non exposée en permanence à une forte humidité.

Acajou d'Afrique	<i>Khaya</i> spp.	F	Igaganga	<i>Dacryodes igaganga</i>	F
Almon	<i>Shorea almon</i>	M	Jequitiba	<i>Cariniana</i> spp.	F
Andiroba	<i>Carapa guianensis</i>	F	Kasai	<i>Pometia pinnata</i>	F
Avodiré	<i>Turraeanthus africana</i>	F	Kempas	<i>Koompassia malaccensis</i>	B
Bintangor	<i>Calophyllum</i> spp.	F	Keruing	<i>Dipterocarpus</i> spp.	M
Bomanga	<i>Brachystegia</i> spp.	F	Kosipo	<i>Entandrophragma candollei</i>	F
Cedro	<i>Cedrela</i> spp.	F	Lati	<i>Amphimas</i> spp.	B
Coïgue	<i>Nothofagus dombeyi</i>	F	Lauan Red	<i>Shorea</i> spp., section <i>Rubroshorea</i>	F
Couratari	<i>Couratari</i> spp.	F	Lauan Yellow	<i>Shorea</i> spp., sections <i>Anthoshorea</i> et <i>Richetia</i>	F
Dabéma	<i>Piptadeniastrum africanum</i>	F	Longhi	<i>Gambeya</i> spp.	M
Dibétou	<i>Lovoa</i> spp.	F	Lotofa	<i>Sterculia rhinopetala</i>	F
Ebiara	<i>Berlinia</i> spp.	F	Mahogany	<i>Swietenia macrophylla</i>	F
Ekaba	<i>Tetraberlinia</i> spp.	M	Manil	<i>Symphonia globulifera</i>	F
Eyong	<i>Eriobroma oblonga</i>	F	Mayapis	<i>Shorea squamata</i>	F
Framiré	<i>Terminalia ivorensis</i>	M	Mengkulang	<i>Tarrietia</i> spp.	M
Gommier	<i>Dacryodes excelsa</i>	F	Meranti Dark Red	<i>Shorea</i> spp., section <i>Rubroshorea</i>	F
Gonfolo	<i>Qualea</i> spp.	M			

TABLEAU IV (suite)

Meranti Light Red	<i>Shorea</i> spp., section <i>Rubroshorea</i>	F	Rengas	<i>Gluta</i> spp. et <i>Melenorrhoea</i> spp.	F
Meranti Red	<i>Shorea</i> spp., section <i>Rubroshorea</i>	F	Resak	<i>Vatica</i> spp.	F
Naga	<i>Brachystegia</i> spp.	F	Safukala	<i>Dacryodes</i> spp.	F
Niangon	<i>Tarrietia</i> spp.	F	Sapelli	<i>Entandrophragma cylindricum</i>	F
Nyato	<i>Palaquium</i> spp.	F	Seraya White	<i>Parashorea</i> spp.	F
Okoumé	<i>Aucoumea klaineana</i>	F	Sipo	<i>Entandrophragma utile</i>	F
Olon	<i>Fagara heitzii</i>	F	Sougué	<i>Parinari</i> spp.	B
Ovoga	<i>Poga oleosa</i>	B	Tchitola	<i>Oxystigma oxyphyllum</i>	F
Ozigo	<i>Dacryodes buettneri</i>	F	Thitka	<i>Pentace</i> spp.	F
Quaruba	<i>Vochysia</i> spp.	M	Tiama	<i>Entandrophragma angolense</i>	M
			Tola	<i>Gossweilerodendron balsamiferum</i>	M

Toutefois dans les régions à Cryptotermes (termites des bois secs), ces essences peuvent être attaquées par ces insectes, et il est alors recommandé de leur appliquer un traitement de préservation, même en menuiseries intérieures et en ameublement.

IV. Bois peu ou non durables (Classe 5) dont le traitement est indispensable, même en menuiseries intérieures en raison de leur sensibilité aux attaques d'insectes.

Abura	<i>Mitragyna</i> spp.	M	Lauan White	<i>Parashorea</i> spp., et <i>Pentacme</i> spp.	M
Ako	<i>Antiaris toxicaria</i>	B	Limba	<i>Terminalia superba</i>	M
Akossika	<i>Scottellia</i> spp.	B	Machang	<i>Mangifera</i> spp.	B
Andoung	<i>Monopetalanthus</i> spp.	M	Marupa	<i>Simaruba</i> spp.	B
Benuang	<i>Octomeles sumatrana</i>	M	Medang	<i>Dehaasia</i> spp.	F
Duabanga	<i>Duabanga moluccana</i>	M	Meranti White	<i>Shorea</i> spp., section <i>Anthoshorea</i>	M
Ekoune	<i>Coelocaryon preussii</i>	B	Obeche	<i>Triplochiton scleroxylon</i>	M
Emien	<i>Alstonia boonei</i>	B	Ohia	<i>Celtis</i> spp.	B
Essessang	<i>Ricinodendron heudelotii</i>	B	Onzabili	<i>Antrocaryon klaineum</i>	M
Fuma	<i>Ceiba pentandra</i>	B	Pulai	<i>Alstonia</i> spp.	B
Geronggang	<i>Cratogeomys arborescens</i>	M	Punah	<i>Tetramerista glabra</i>	F
Ilomba	<i>Pycnanthus angolensis</i>	B	Ramin	<i>Gonystylus</i> spp.	B
Jelutong	<i>Dyera costulata</i>	B	Sépétir	<i>Sindora</i> spp.	F
Kasai	<i>Pometia pinnata</i>	F	Seraya White	<i>Parashorea</i> spp.	F
Kondroti	<i>Rhodognaphalon brevicuspe</i>	B	Sesendok	<i>Endospermum</i> spp.	B
Koto	<i>Pterygota</i> spp.	B	Virola	<i>Virola</i> spp.	B

TABLEAU V

Préservation préconisée pour les bois de construction en fonction de leur durabilité et des conditions d'emploi

Conditions d'emploi	Classe de durabilité	Préservation à apporter		
		Mode de traitement préconisé	Type de produit recommandé	Tenue du produit à l'usure
Au contact du sol ou de maçonneries humides, ou courant un risque quelconque de réhumidification importante et prolongée.	1	—	—	—
	2	Trempage	Produit en solution organique	Non délavable et résistant à l'usure par évaporation.
	3-4-5	Imprégnation sous pression	Produit huileux ou en solution organique si l'imprégnabilité du bois est faible ou moyenne. Si elle est bonne les produits salins non délavables peuvent aussi être utilisés.	Non délavable et résistant à l'usure par évaporation.
Bois isolés du sol et de sources d'humidité permanente mais exposés directement aux intempéries.	1	—	—	—
	2	—	—	—
	3-4	Trempage ou aspersion	Produit en solution organique	Non ou peu délavable et résistant à l'usure par évaporation.
		Imprégnation sous pression	Produit huileux ou en solution organique ou produit salin.	
	5	Imprégnation sous pression	Produit huileux ou en solution organique ou produit salin.	Non ou peu délavable et résistant à l'usure par évaporation.
Bois isolés du sol et de toute source d'humidité et abrités des intempéries.	1	—	—	—
	2	—	—	—
	3-4	—	—	—
	5	Trempage, aspersion ou badigeonnage.	Produit en solution organique	Résistant à l'usure par évaporation.
		Trempage (mode opératoire pour solutions aqueuses).	Produit salin	

Légende :

- 1 : bois très durables
- 2 : bois durables à très durables
- 3 : bois durables
- 4 : bois moyennement durables
- 5 : bois peu ou non durables

54. RÉSUMÉ

Les bois de construction sont susceptibles d'être attaqués par des champignons (destructeurs et de discoloration), les termites («souterrains» et «de bois secs»), les Lyctus et les Bostryches.

La protection des bois contre les champignons peut être assurée par l'action conjuguée :

- de mesures architecturales tendant à maintenir les bois à une humidité inférieure à la teneur en eau nécessaire à l'installation et au développement des champignons (un bois sec à l'air demeurera indemne de toute pourriture tant qu'il ne sera pas réhumidifié d'une manière durable).
- de mesures de protection artificielle consistant à traiter les bois s'ils ne présentent pas une durabilité naturelle suffisante pour l'emploi envisagé.

La protection des bois de construction contre les attaques d'insectes est, dans un certain sens, plus difficile. Elle peut se réaliser par l'emploi d'essences de durabilité naturelle suffisante ou de bois traités convenablement. Le lecteur pourra consulter avec profit les tableaux IV et V des pages 78 à 80 qui résument bien les problèmes posés et les méthodes pour les résoudre.

6. PROTECTION DES BOIS ÉQUARRIS MIS EN OEUVRE AU CONTACT DU SOL

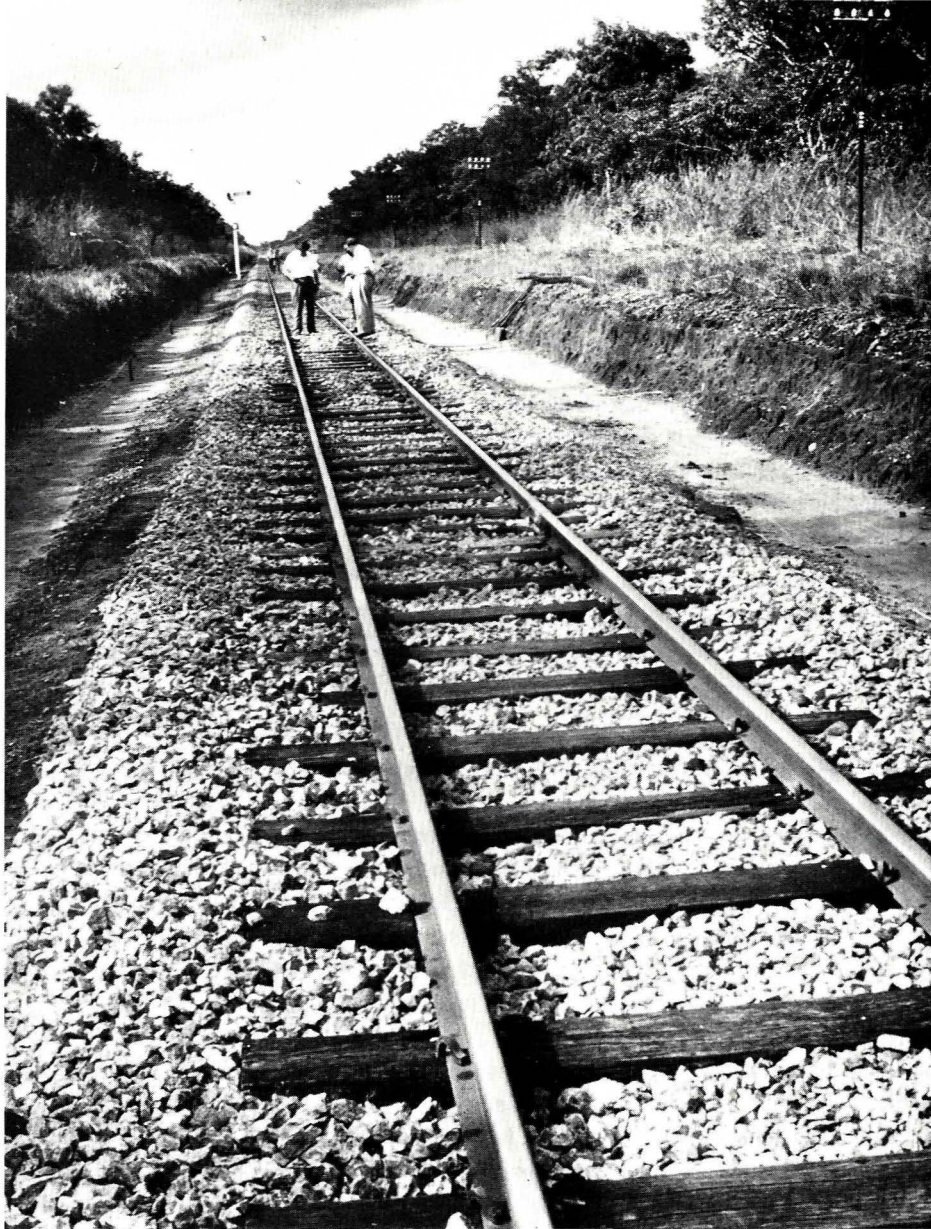
Les bois équarris mis en œuvre au contact du sol comprennent principalement les traverses de chemin de fer, certains éléments de ponts et les pilotis. Dans ces conditions d'utilisation, les risques de détérioration sont maximum. Le bois est exposé en permanence à l'action des champignons (tous les types de pourriture pouvant être représentés), des termites (en région termitée) et de ses autres ennemis, excepté, bien sûr, les tarets. D'autre part, la majorité des ouvrages en bois dans lesquels celui-ci est au contact du sol sont des ouvrages auxquels on demande une durée de service aussi longue que possible (de l'ordre de 20 à 30 ans).

Il convient donc lorsque l'on veut, par exemple, construire un pont en bois ou créer une voie ferrée, de faire un premier choix tendant à sélectionner les essences présentant des propriétés physiques et mécaniques suffisantes : dans le cas des traverses de chemin de fer, on choisira des bois denses (pour une meilleure assise de la voie), durs, non fendifs, etc... Il convient immédiatement après de considérer les propriétés de durabilité naturelle et d'imprégnabilité des bois choisis. Car, si ce point est important dans les pays tempérés, il est primordial en climat tropical : les conditions y sont telles qu'aucun bois, pratiquement, n'est naturellement assez durable pour se passer de protection s'il est utilisé au contact direct du sol. Dans le meilleur des cas, on ne peut espérer atteindre qu'une durée de service d'une dizaine d'années, ce qui est nettement insuffisant pour de gros ouvrages. L'emploi satisfaisant du bois en contact direct avec le sol, dans les pays tropicaux, est donc lié essentiellement à sa préservation. Il faut considérer également que la préservation des traverses en bois est un facteur de régularisation dans la tenue de la voie, dans la mesure où elle évite des remplacements partiels de traverses fort onéreux.

Comment aborder le problème ? Choisir des essences de haute durabilité naturelle et leur apporter un supplément de protection nécessaire ? Ou ne pas tenir compte de la durabilité naturelle et faire le choix principalement d'après l'imprégnabilité (étant bien entendu que ces essences devront être satisfaisantes du point de vue physique et mécanique) ? Le problème est difficile, particulièrement lorsqu'il s'agit de traverses de chemin de fer. Pour montrer la difficulté de la question, il est nécessaire de suivre une traverse, de sa fabrication à sa pose.

Après sciage, la traverse est mise à sécher et, étant donné sa section, elle devra attendre au moins un an avant d'atteindre une siccité permettant l'imprégnation finale. Pendant cette période, des altérations d'origine biologique (échauffures, attaques d'insectes) et d'origine physique (fentes...) peuvent se produire et compromettre gravement son utilisation ultérieure. On a bien pensé, à un moment, appliquer aux traverses un traitement de protection temporaire au moyen de produits insecticides et fongicides, mais l'expérience a montré que ce traitement était complètement inopérant. La conclusion est **qu'il faut choisir des essences présentant une résistance naturelle suffisante vis-à-vis des altérations qui peuvent se produire en cours de séchage.**

Après séchage, la traverse est entaillée, percée, puis injectée. Étant donné les conditions sévères dans lesquelles se trouvent les traverses en service, il est nécessaire que les produits de protection utilisés pénètrent au



Voie ferrée au Nigéria sur traverses en bois (Photo Fougerousse)

Ghana : un bon mode d'empilage des traverses pour la période de séchage à l'air (Photo Fougerousse)



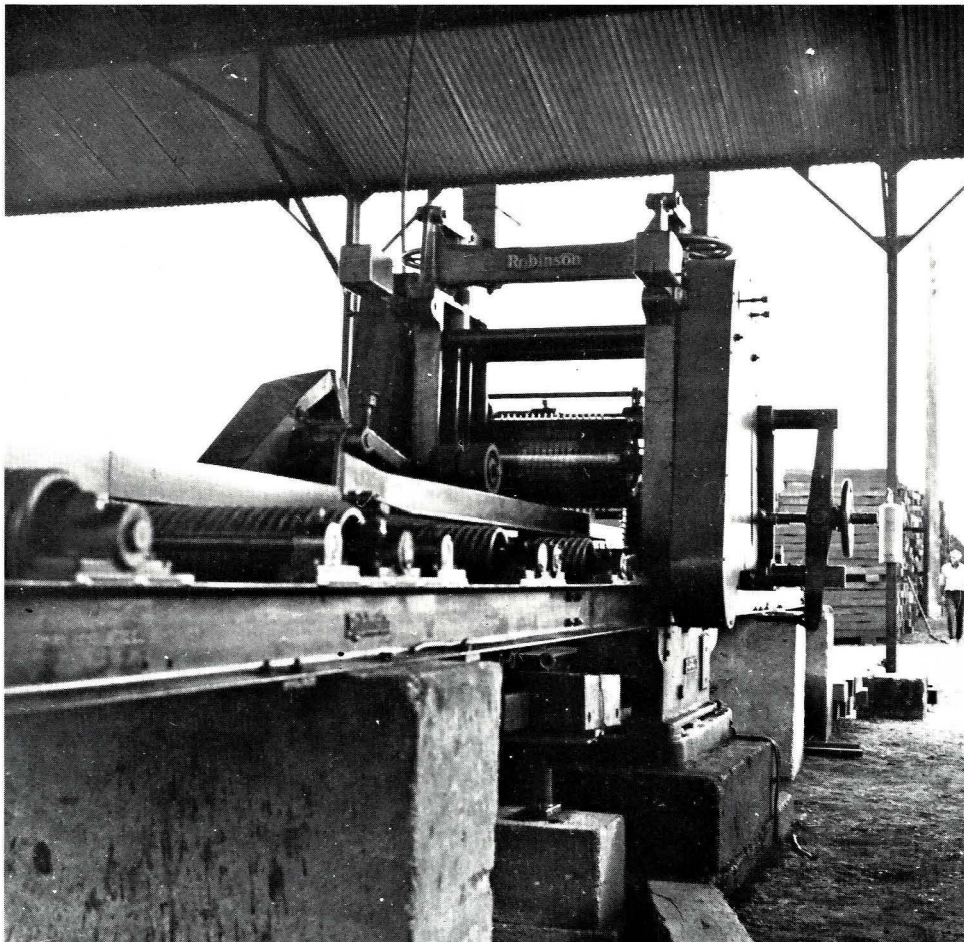
maximum à l'intérieur du bois et s'y répartissent d'une manière aussi homogène que possible. Le résultat final dépend, en fait, de l'aptitude du bois à se laisser imprégner et, d'autre part, des moyens mis en œuvre pour faire pénétrer le produit dans le bois. Dans la majorité des cas, les essences couramment utilisées pour la fabrication de traverses sont plutôt réfractaires à l'imprégnation et il est nécessaire de mettre en œuvre le procédé Bethell ou procédé à cellules pleines.



Traverses incisées à leur sortie de l'autoclave de créosotage (Photo Fougerousse)

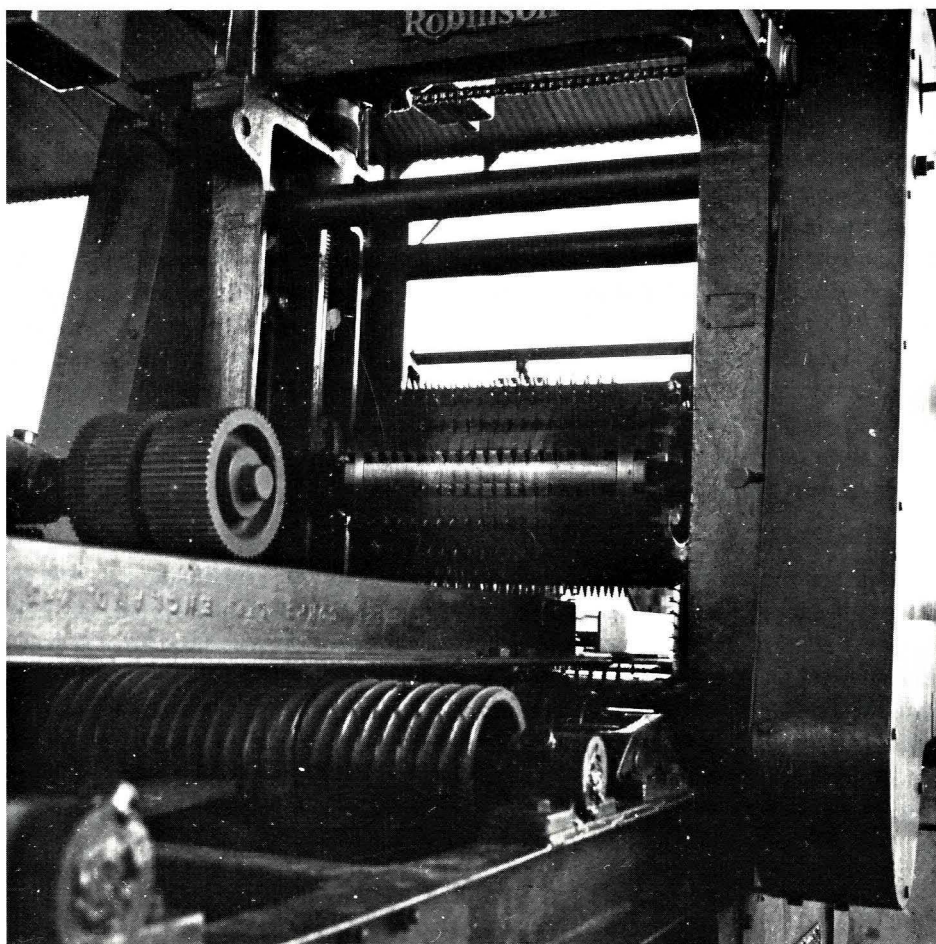
La mauvaise aptitude à l'imprégnation des bois utilisés comme supports de voies a conduit les industriels concernés à mettre en œuvre la technique de l'incision. Cette opération consiste à faire passer les traverses entre deux séries de deux rouleaux, tournant en sens inverse, munis de dents d'acier, qui pratiquent dans le bois des entailles, parallèles au fil de celui-ci, longues et profondes de deux centimètres environ et réparties régulièrement sur les quatre grandes faces des traverses. L'incision doit être pratiquée sur les traverses, juste après leur fabrication, c'est-à-dire leur sciage. Les entailles, au moment de l'imprégnation sous pression, constitueront autant de voies de passage pour le produit de préservation utilisé et augmenteront l'absorption et la profondeur de la pénétration. En outre, la technique de l'incision améliore le séchage des traverses et conduit à une régularisation appréciable des fentes de dessiccation.

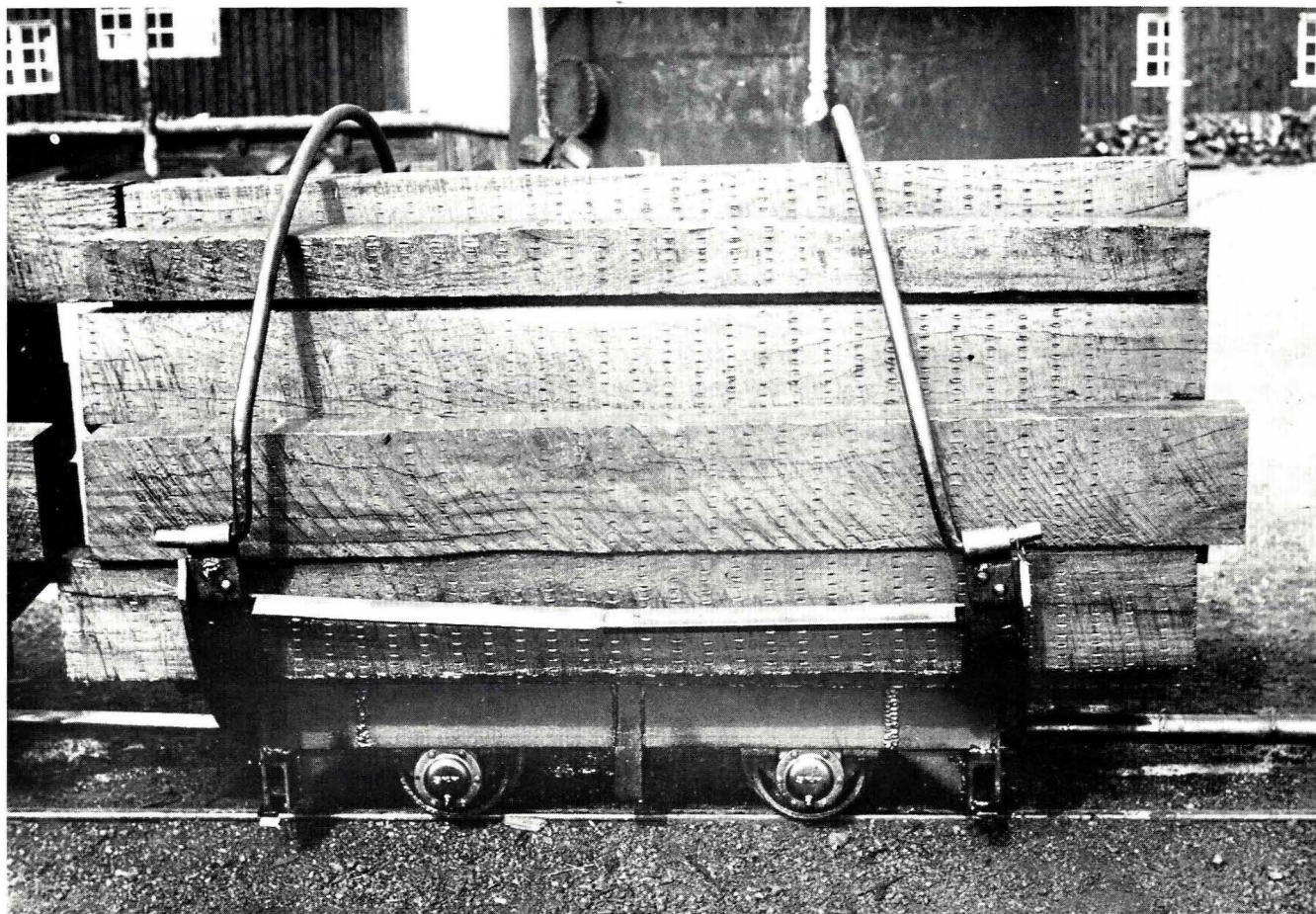
En ce qui concerne les produits à employer, on admet généralement que la créosote est actuellement l'un des produits les mieux adaptés au but recherché. Excellent fongicide et insecticide, ce produit exerce un rôle hydrofuge certain et la rémanence de ses qualités est remarquable. En outre, les nombreuses références d'emploi satisfaisant sous tous les climats, et depuis fort longtemps, constituent les garanties les plus sérieuses. Toutefois, dans les pays tropicaux qui ne fabriquent pas eux-mêmes ce produit, donc qui doivent l'importer, parfois de fort loin, il est évident que le prix du transport a une influence certaine sur le coût de la traverse prête à la pose. Il existe cependant une solution à ce problème dans les régions productrices de pétrole : il est possible de substituer à la créosote une solution huileuse lourde de pentachlorophénol et, éventuellement, de lindane. Seules, les matières actives doivent alors être importées. Le choix final devra se faire en fonction du bilan financier de l'opération.



Cameroun : Inciseuse de traverses : vue d'ensemble (Photo Déon)

**Cameroun : Inciseuse de traverses : remarquer les dents sur les rouleaux
(Photo Déon)**



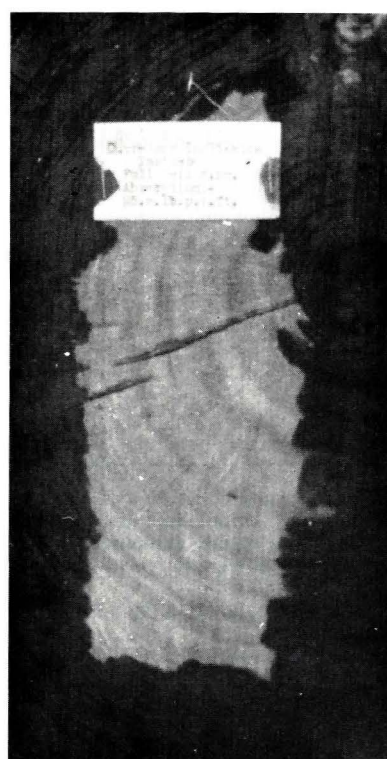
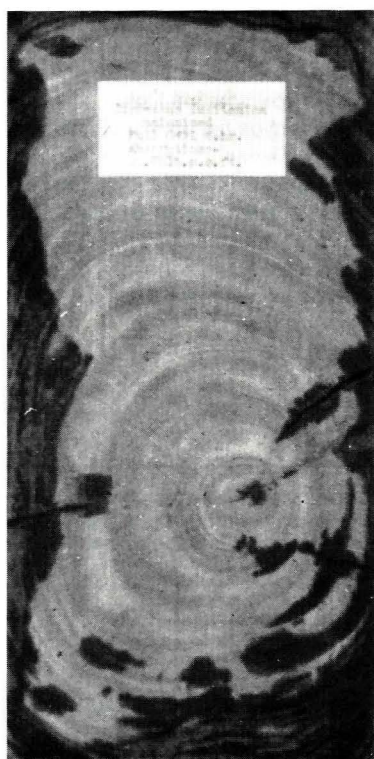


Afrique du Sud : traverses incisées, puis créosotées (Photo Fougerousse)

Influence de l'incision sur l'imprégnation (Photos Fougerousse)

A gauche : section transversale de traverse non incisée

A droite : section transversale de traverse incisée



On a pensé également avoir recours à des produits salins solubles dans l'eau, d'efficacité certaine et employés avec toute satisfaction dans certains pays. Mais dans l'ignorance où l'on est de la résistance au délavage de ces produits introduits dans les bois utilisés couramment pour la fabrication de traverses, il est sage de montrer beaucoup de réserves pour l'emploi de telles formulations.

Dans ce chapitre consacré à la protection des bois équarris mis en œuvre au contact du sol, nous avons surtout parlé des traverses de chemin de fer, car c'est, à notre avis, l'un des emplois où le bois est le plus soumis à des agressions d'origine mécanique (vibrations, frottements...) et d'origine biologique (champignons,...).

Les problèmes concernant les bois de ponts, les pilotis, etc... sont très voisins de ceux posés par les traverses et il y a lieu de les envisager aussi soigneusement (choix des essences en fonction des propriétés physico-mécaniques souhaitées, de la durabilité, de l'aptitude à l'imprégnation et, naturellement, de la durée de service escomptée).

Le lecteur trouvera dans le tableau VI, la liste des essences recommandées pour la construction d'ouvrages mettant en œuvre des bois qui seront constamment au contact du sol.

TABLEAU VI
Utilisation du bois au contact du sol : essences recommandées

Appellation ATIBT	Provenance	Nom scientifique
Alep*	Af	<i>Desbordesia glaucescens</i> V.T.
Azobé	Af	<i>Lophira alata</i> Banks
Bilinga	Af	<i>Nauclea diderrichii</i> Merrill
Billian	As	<i>Eusideroxylon zwageri</i> Teijsm. & Binn.
Boco	Am	<i>Bocoa provacensis</i> Aubl.
Bubinga	Af	<i>Guibourtia</i> spp.
Chengal	As	<i>Balanocarpus heimii</i> King
Congotali	Af	<i>Letestua durissima</i> H. Lec.
Coula	Af	<i>Coula edulis</i> Bail.
Eveuss*	Af	<i>Klainedoxa gabonensis</i> Pierre
Giam	As	<i>Hopea</i> spp.
Gonfolo	Am	<i>Qualea</i> spp.
Goupi	Am	<i>Goupia glabra</i> Aubl.
Kempas	As	<i>Koompassia malaccensis</i> Maing.
Keruing	As	<i>Dipterocarpus</i> spp.
Kevazingo	Af	<i>Guibourtia tessmannii</i> J. Léonard
Louro Vermelho	Am	<i>Ocotea rubra</i> Mez
Maçaranduba	Am	<i>Manilkara bidentata</i> A. Chev.
Manbarklak	Am	<i>Eschweilera</i> spp.
Merbau	As	<i>Intsia</i> spp.
Miama	Af	<i>Calpocalyx heitzii</i> Pellegr.
Moabi	Af	<i>Baillonella toxisperma</i> Pierre
Movingui	Af	<i>Distemonanthus benthamianus</i> Baill.
Ngaba	Af	<i>Librevillea klainei</i> Oyle
Nkaga	Af	<i>Oddoniodendron normandii</i> Aubrev.
Oguomo	Af	<i>Lecomtedoxa klaineana</i> Dubard
Okan	Af	<i>Cylicodiscus gabunensis</i> Harms
Ovèngkol	Af	<i>Guibourtia ehie</i> J. Léonard
Ozouga	Af	<i>Sacoglottis gabonensis</i> Urb.
Padauk	As	<i>Pterocarpus</i> spp.
Padouk	Af	<i>Pterocarpus soyauxii</i> Taub.
Quebracho colorado	Am	<i>Schinopsis</i> spp.
Tali	Af	<i>Erythrophleum</i> spp.
Walaba	Am	<i>Eperua</i> spp.

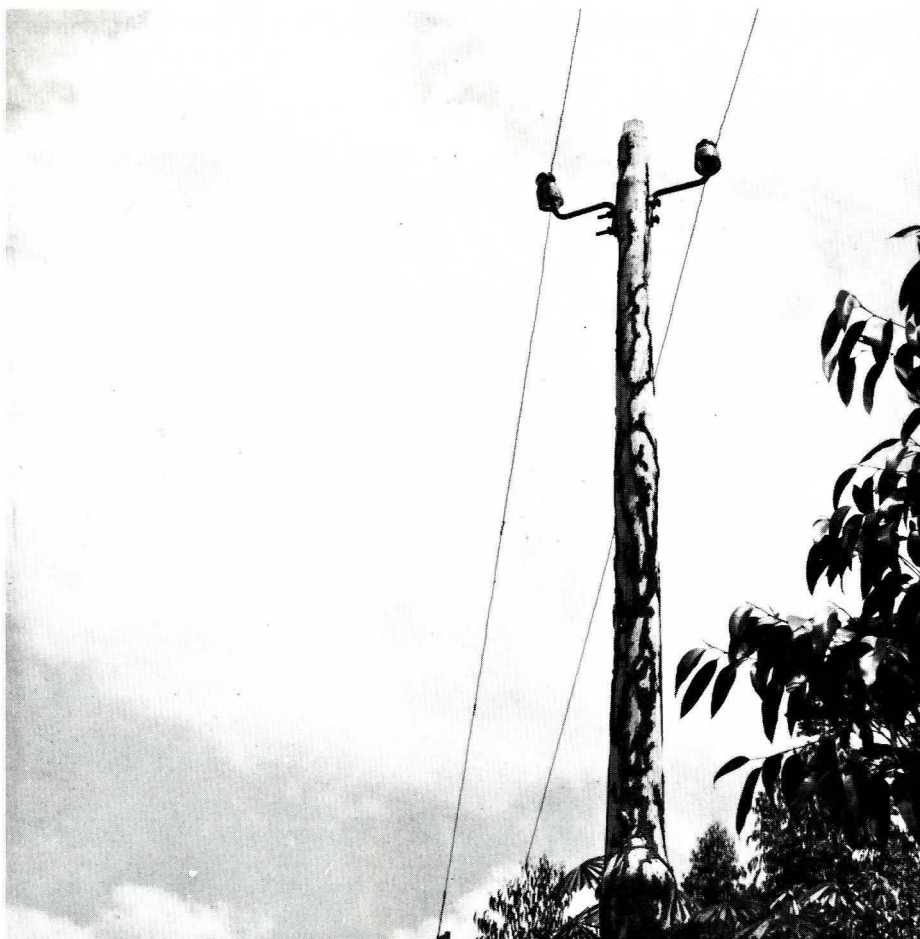
* L'ALEP et l'EVEUSS figurent dans la liste du tableau VI en raison de leur résistance physico-mécanique élevée et de la bonne durabilité du bois parfait. Il faut cependant signaler que ces deux essences présentent une très large couronne d'aubier entraînant un pourcentage de traverses aubieuses élevé : l'aubier de ces deux essences s'est révélé très périssable et sa très mauvaise conservation au cours du séchage peut entraîner le rejet d'un nombre important de traverses.

7. PROTECTION DES BOIS RONDS

71. PROTECTION DES POTEAUX

Avant d'aborder les problèmes techniques, il est intéressant de faire un bref historique de l'utilisation des poteaux dans les pays tropicaux. Alors qu'il est de tradition dans les pays industrialisés, où les problèmes

d'électrification et de télécommunication se sont posés il y a déjà longtemps, d'utiliser le bois pour les supports de lignes téléphoniques et électriques basse tension, en zones tropicales, on ne manque pas d'être surpris par la très faible proportion de poteaux-bois. On rencontre surtout des poteaux en fer, en béton armé, et lorsque l'on trouve des supports en bois, on constate très souvent qu'il s'agit de poteaux importés prêts à la pose, c'est-à-dire usinés et traités.



Galeries de termites sur poteau télégraphique au Gabon (Photo Déon)

Il y a là une anomalie lorsque l'on pense que ces poteaux sont souvent importés de fort loin à grand renfort de devises, alors que l'on se trouve dans des pays où, généralement, l'industrie du bois est l'une des principales activités économiques. Quelle est la raison de cet état de fait ?

Le véritable motif de la désaffection à l'égard des supports en bois, en zone tropicale, est lié à des essais d'utilisation qui ont été faits sans tenir compte des facteurs qui régissent la conservation du bois; ces essais ont fait au bois une mauvaise réputation, qui ne correspond pas à la réalité. De plus, le fait d'utiliser des fûts de petit diamètre implique la présence d'une large couronne d'aubier (médiocrement durable en règle générale) et constitue un handicap certain mais qui, nous le verrons plus loin, n'est pas insurmontable, mais au contraire peut être utilement exploité.

On assiste d'ailleurs heureusement à un revirement de la situation, les responsables ayant compris que l'utilisation du poteau-bois pouvait, sous réserve que certaines précautions soient prises, contribuer au développement de l'électrification et des télécommunications dans leur pays, et ce à un prix de revient intéressant.

711. Les agents de détérioration des poteaux

C'est certainement dans l'emploi en poteaux directement enfoncés dans le sol, plus encore que dans l'utilisation de bois équarris telles les traverses de chemin de fer, que le bois est exposé aux conditions de conservation

les plus défavorables, c'est-à-dire les plus propices aux attaques des champignons et des termites. Le lecteur non averti pourrait penser que la partie enterrée des supports de lignes est la plus menacée, mais de nombreuses observations ont montré que c'est la zone située au niveau de l'encastrement du poteau dans le sol qui est le siège des attaques les plus graves. A la réflexion, ceci est logique, car c'est à cet endroit que les champignons trouvent l'équilibre oxygène-eau le plus favorable à leur développement. Ces dernières remarques ne doivent pas faire oublier que la partie enterrée et, dans une moindre mesure, la partie aérienne, peuvent être également le siège de graves altérations et que les mesures de protection, renforcées si possible à la base du fût, doivent obligatoirement concerner toute la longueur du poteau.



Poteau de Pinus patula : forte pourriture au niveau du sol (Photo Fougerousse)

Si aucune mesure de protection n'est prise, un poteau mis en place dans les conditions qui règnent dans les pays tropicaux, ne peut espérer avoir une durée de service supérieure à 8-9 ans, même s'il provient d'une essence fournissant un bois considéré comme ayant une bonne durabilité naturelle (les exceptions à cette règle sont souvent le fait d'essences peu abondantes et présentant des inconvénients certains, relatifs à une trop forte densité ou à des difficultés d'usinage). Il est bien évident qu'une telle durée de service est insuffisante. Une ligne de distribution d'énergie est un investissement important que l'on cherche à amortir sur un temps maximal, en diminuant le plus possible les frais d'entretien; des remplacements partiels et fréquents de poteaux sont une lourde charge du point de vue financier. Comme c'est le cas pour les traverses de chemin de fer, l'utilisation rentable du poteau-bois ne peut s'envisager sans la mise en œuvre de traitements de préservation appropriés.

712. Comment envisager la fourniture de poteaux dans les pays tropicaux ?

Ce problème ne concerne pas directement la préservation des bois, mais il serait anormal de ne pas l'aborder ici. Dans les pays tempérés où croissent les essences résineuses, celles-ci fournissent la totalité des poteaux en bois



Poteau d'Eucalyptus : rupture au niveau de la zone d'encastrement dans le sol après 8 ans de service par pourriture molle et pourriture classique (Photo Fougrousse)

et leurs modes de préservation sont parfaitement au point, qu'il s'agisse du traitement par le procédé Boucherie (imprégnation par déplacement de sève de poteaux fraîchement abattus au moyen de sels hydrosolubles) ou du traitement par injection sous pression.

Dans les zones tropicales pauvres en essences résineuses, ou même totalement dépourvues de ces essences, les poteaux en bois sont obligatoirement des poteaux d'essences feuillues, parmi lesquelles certaines peuvent fournir des supports de lignes d'aussi bel aspect et d'aussi bonne qualité que ceux provenant de résineux. Mais on se doit de souligner que **ce serait une aberration de vouloir tirer des poteaux de la forêt naturelle. Techniquement et économiquement, la solution la plus valable consiste à les extraire de plantations.**

C'est ainsi que la Côte d'Ivoire et le Togo utilisent en quantités croissantes les poteaux de Teck provenant de leurs propres plantations; le Ghana et le Nigeria font de même avec respectivement *Strombosia pustulata* (Afina) et *Nauclea diderrichii* (Bilinga).

713. Comment envisager la protection chimique des poteaux ?

Dans l'état actuel des techniques de préservation du bois, et compte tenu des risques d'attaque encourus, les deux seuls procédés que l'on peut retenir pour le traitement sont : le procédé d'imprégnation par déplacement de sève (procédé Boucherie) et le procédé d'imprégnation par injection sous pression en autoclave.

713.1. Le procédé d'imprégnation par déplacement de sève

Cette méthode a été étudiée, dans son principe et dans son application pratique, dans un chapitre spécial (cf. pages 66 à 68) et nous ne traiterons pas de nouveau la question. Nous rappellerons seulement que ce procédé, dans lequel des produits salins solubles dans l'eau sont mis en œuvre et qui ne fait appel qu'à un matériel peu compliqué et relativement bon marché, offre plusieurs avantages :



France : tour d'un chantier industriel « Boucherie » (Photo Coudreau)

- les poteaux devant être traités à l'état frais, le problème de leur bonne conservation au cours du séchage ne se pose pas.
- la base du poteau retient généralement une quantité de produit antiseptique, par unité de volume, plus forte que celle retenue au sommet, et cela est en conformité avec la nécessité d'une protection plus poussée de la base, comme on l'a vu précédemment.
- le prix de revient du traitement est relativement modique.

Ces avantages, toutefois, sont contrebalancés par certains inconvénients :

- le procédé par déplacement de sève, par son principe, ne permet de traiter que l'aubier; supposons qu'un poteau soit très bien imprégné, c'est-à-dire que l'aubier ait reçu une protection très valable; supposons, également, que le bois de cœur n'ait pas une bonne durabilité. A quoi allons-nous assister ? Au phénomène bien connu dit du « tuyau de poêle » : l'aubier, rendu résistant par le traitement, reste intact et le bois parfait est, à plus ou moins brève échéance, détruit par les champignons et les termites.
- l'obligation de traiter les poteaux à l'état frais et sous écorce entraîne la nécessité d'une organisation très stricte de l'exploitation qui ne peut donc, en pratique, se faire que dans des plantations.
- toutes les essences ne révèlent pas une même aptitude à ce mode de traitement; certaines y sont réfractaires; d'autres, au contraire, laissent passer le liquide antiseptique en ne retenant que de faibles quantités de produit.

La mise au point de la méthode de traitement d'une essence donnée par le procédé Boucherie demande donc un très important travail de recherche tel qu'il a été effectué, par exemple, par le CENTRE TECHNIQUE FORESTIER TROPICAL à Madagascar sur des poteaux d'*Eucalyptus robusta*.

En tout état de cause, il est nécessaire d'employer des produits salins qui, une fois rentrés dans le bois, s'y fixeront et seront peu ou pas délavables. L'emploi en zones tropicales du simple sulfate de cuivre utilisé en Europe pour le traitement des poteaux résineux est à proscrire. Il est préférable de s'orienter plutôt vers des produits du type chrome-cuivre-arsenic ou, à défaut, des types chrome-cuivre-bore et chrome-cuivre-fluor.

Comme nous le soulignons précédemment, le bois de cœur n'étant pas traité, il est souhaitable d'apporter une protection supplémentaire à la partie inférieure du poteau (partie enterrée, niveau d'affleurement au sol et, pour plus de sécurité, la zone située à 70-80 cm au-dessus du sol). Cette protection supplémentaire peut être obtenue par l'application d'une créosote légère, selon le procédé chaud et froid que l'on peut décrire succinctement de la manière suivante :

- on immerge les poteaux, écorcés, verticalement dans la créosote contenue dans la cuve chaude (température : 90°C), de manière que le niveau de la créosote atteigne la cote + 70 ou + 80 cm du poteau une fois enterré et on les maintient ainsi pendant 4 ou 5 heures;

L'air contenu dans les cellules du bois se dilate et se trouve en partie expulsé.

- au bout des 4 ou 5 heures d'immersion dans la créosote chaude, on retire les poteaux et on les plonge immédiatement dans la créosote froide contenue dans une cuve voisine. On les laisse pendant au moins 12 heures; c'est pendant cette période que s'opère l'imprégnation.
- on retire les poteaux de la cuve froide et on les place pour ressuyage sur des appuis les isolant du sol.

Il est bien évident qu'un tel traitement n'apporte qu'une protection superficielle; la créosote a, ici, pour rôles essentiels, de renforcer la barrière vis-à-vis des champignons et des termites, et, par ses propriétés hydrofuges, d'empêcher ou de ralentir le délavage des produits salins sous-jacents. Pour que ce double traitement soit bien fait, il convient, qu'après la première imprégnation par le procédé par déplacement de sève, les poteaux sèchent suffisamment pour que, lors du traitement complémentaire à la créosote, celle-ci trouve dans le bois une place disponible; cela signifie que les deux opérations doivent être séparées par une période de séchage amenant le bois de la couronne périphérique imprégnable à une humidité inférieure à 25 %.

713.2. L'injection sous pression en autoclave (procédé Bethell)

Ce procédé a été décrit antérieurement et nous ne reviendrons pas sur le sujet dans ce paragraphe. Nous rappellerons simplement la nécessité pour le bois d'être correctement sec au moment de l'imprégnation. Le séchage des poteaux doit être conduit de manière à éviter que des altérations physiques (fentes) ou biologiques



Côte d'Ivoire : traitement au pied de poteaux par le procédé «chaud et froid»
(Photo Fougerousse)

(pourriture et insectes) ne compromettent leur qualité. La connaissance du comportement des poteaux d'une essence donnée pendant le séchage est un critère très important pour la qualification de cette essence. En ce qui concerne les mesures de protection des poteaux au cours du séchage, il est important de souligner que des mesures tendant à effectuer un traitement fongicide temporaire sont illusoires. Seuls, un entretien sérieux de la zone de séchage des bois (évacuation des débris, défrichage périodique, ...), une bonne constitution et une bonne aération des grilles d'empilage, propices à un séchage rapide, peuvent conduire à des résultats satisfaisants. Par contre, le risque d'attaque par des insectes xylophages peut être considérablement réduit par un traitement périodique par poudrage ou pulvérisation d'insecticides appropriés.

Lorsqu'ils ont atteint une humidité de l'ordre de 25-30 %, les poteaux peuvent alors être entaillés, percés, puis, enfin, imprégnés selon le procédé Bethell.



Madagascar : séchage de poteaux d'Eucalyptus (Photo C.T.F.T.)

Quels produits employer ? Deux solutions peuvent être proposées :

- ou bien l'utilisation de produits salins de bonne fixation en solution dans l'eau, parmi lesquels ceux de type chrome-cuivre-arsenic présentent les plus sérieuses garanties, mais parmi lesquels ceux de type chrome-cuivre-bore ou chrome-cuivre-fluor peuvent également être utilisés.
- ou bien l'emploi de créosote.

Nous serions plutôt enclins à conseiller cette dernière, sauf dans les cas où l'on serait sûr du comportement du produit salin utilisé dans l'essence choisie (répartition des éléments constitutifs, intensité de la fixation, etc...). Mais il faut avouer que ce comportement est souvent inconnu avec les essences que l'on veut promouvoir en tant que supports de lignes.

714. Conclusion

Le développement de l'électrification et des télécommunications dans les pays tropicaux, entraîne, avec lui, une demande accrue en poteaux. Deux solutions s'offrent aux responsables locaux :

- ou bien le choix de poteaux en fer ou en béton qu'actuellement ils devront importer, soit en l'état, soit sous forme de matière première (tel le ciment).
- ou bien une politique de promotion des essences locales en supports de lignes, étant entendu que l'utilisation des poteaux-bois est obligatoirement liée à leur protection sérieuse par voie chimique, donc à l'implantation de stations de traitement bien conçues.



Poteaux en attente de traitement par injection en autoclave (Photo Fougerousse)

715. Résumé

C'est dans l'emploi en poteaux directement enfoncés dans le sol que le bois est soumis aux conditions les plus propices aux attaques de champignons et de termites; dans un poteau mis en terre, toute la masse du bois peut être attaquée à plus ou moins longue échéance, mais ce sont la partie enterrée et la zone d'encastrement du poteau dans le sol qui sont les plus exposées.

L'emploi de poteaux-bois non traités est une grave erreur et il y a lieu d'envisager, si l'on veut que ceux-ci aient une durée de service satisfaisante, un traitement de préservation sérieux au moyen de produits très efficaces. Ce traitement peut s'effectuer :

- soit selon le procédé par déplacement de sève (ou procédé Boucherie) en utilisant des produits salins, suivi, éventuellement, après séchage des poteaux, fixation des éléments actifs et écorçage, par un traitement complémentaire de la base à la créosote au moyen du procédé chaud et froid.
- soit par injection en autoclave (procédé Bethell) en utilisant la créosote ou des produits salins.

Ces deux méthodes présentent des avantages et des inconvénients. En définitive, le choix de la ou des méthodes dépend des conditions locales d'exploitation, des investissements possibles, des essences envisagées, du nombre de poteaux à traiter chaque année, etc...

Tout problème de supports de lignes est spécifique d'un pays ou d'une région, et seule une étude approfondie de tous ces paramètres peut donner une réponse valable.

72. PROTECTION DES PIQUETS, PERCHES ET AUTRES PETITS BOIS RONDS

Le paragraphe précédent, consacré à la protection des poteaux, intéresse principalement les sociétés responsables du développement de l'électrification et des télécommunications dans les pays tropicaux et ne concerne guère l'artisan local ou le paysan.

Les piquets, perches et autres bois ronds de petit diamètre sont généralement employés d'une manière artisanale, donc à relativement petite échelle, et si les problèmes de conservation sont théoriquement identiques à ceux posés par les poteaux, il ne convient pas de les traiter de la même façon. Il est bien évident que l'on cherchera toujours à obtenir, pour les petits bois ronds, comme pour les poteaux, une durée de service maximale. Cependant, il faut se rendre compte que le problème de la durée de service ne se pose pas dans les mêmes termes (techniques et économiques) pour une clôture et pour une ligne de transport d'énergie, le remplacement d'un piquet étant beaucoup plus facile que celui d'un poteau et n'entraînant pas les mêmes perturbations...



Piquet d'Eucalyptus non traité après 3 ans de service : attaques de termites
(Photo Thiel)

Ces considérations montrent que, s'il est impensable par exemple d'investir des sommes importantes dans une installation d'imprégnation sous pression, pour traiter par an quelques centaines de piquets de clôture, il est néanmoins très souhaitable d'augmenter sensiblement la durée de service normale des perches et piquets, par le truchement de méthodes de préservation très rustiques, mais mettant en œuvre des produits de grande efficacité.

Le premier point à souligner est que **le badigeonnage ou le trempage des piquets ou des perches écorcés, secs à l'air, par ou dans un produit de préservation en solution organique ou, a fortiori, en solution aqueuse, sont complètement inopérants**, la profondeur de pénétration, donc la protection apportée, étant généralement insuffisante. Fausse également l'idée qu'un simple badigeonnage ou trempage du bois dans l'huile de vidange augmente la durée de service des piquets.

Dans l'état actuel des choses, quatre méthodes de traitement sont possibles : l'injection sous pression, le déplacement de sève, le remplacement de sève et le traitement en autoclave rustique.

721. Le traitement par injection sous pression

C'est la solution techniquement la meilleure et le traitement des piquets ne diffère en rien de celui des poteaux téléphoniques ou électriques (bois secs à l'air et écorcés). Elle ne peut cependant s'envisager que si le paysan ou l'artisan peut avoir accès à une station d'imprégnation sous pression **déjà installée** (pour le traitement de poteaux, de traverses de chemin de fer,...).

722. Le traitement par déplacement de sève

Des études ont été faites par le CENTRE TECHNIQUE FORESTIER TROPICAL à Madagascar sur le traitement par déplacement de sève de perches et de piquets d'Eucalyptus et de Pins. Les résultats très satisfaisants qui ont été obtenus nous conduisent à développer le sujet. Nous ne reviendrons pas sur le principe même de la méthode, mais nous voudrions montrer au lecteur un exemple de traitement à la fois simple et efficace,



Traitement d'un piquet d'Eucalyptus par déplacement de sève (Photo Thiel)

facilement applicable dans tous les pays. Nous avons, dans le chapitre consacré au procédé Boucherie, volontairement passé sous silence les améliorations successives apportées aux tampons de raccordement. Mais il nous semble, ici, intéressant de décrire le matériel utilisé à Madagascar.

La figure 8 représente la coupe longitudinale d'un tampon mis en place sur un piquet. Le tampon comprend :

- un corps cylindrique métallique (A) de diamètre approprié, muni à une extrémité de l'embout d'alimentation (B) par où arrive la solution antiseptique, et à l'autre d'une collerette (C) permettant de maintenir le joint d'étanchéité (D); un tire-fond (E), centré sur le fond du corps cylindrique, permet, par vissage, de bloquer le tampon en bout de l'élément à imprégner.
- un dispositif d'étanchéité constitué par un diaphragme en caoutchouc (découpé dans une chambre à air de camion).
- une contre-collerette (F) permettant de fixer le diaphragme de caoutchouc au corps du tampon.

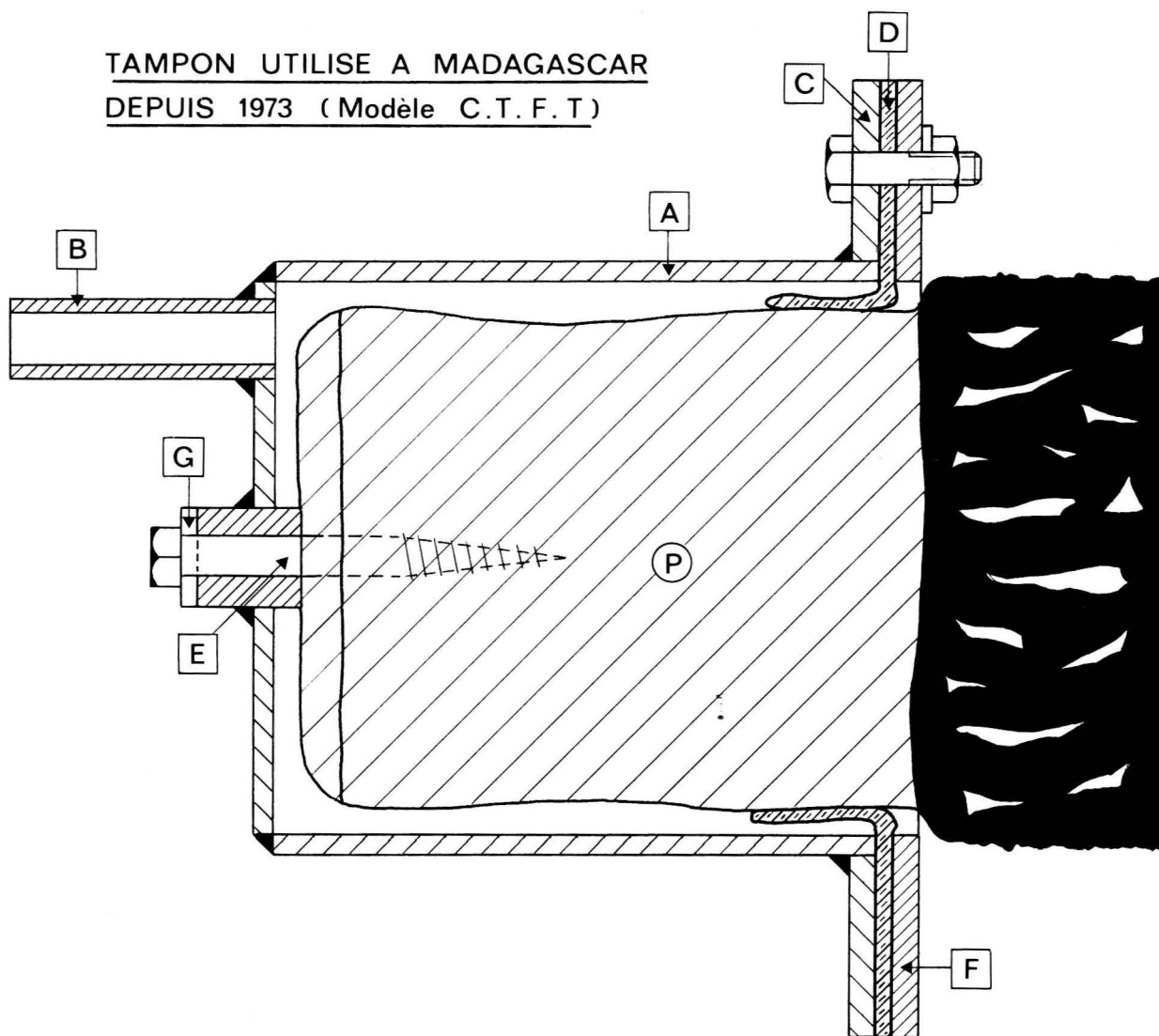


Figure 8

A. Corps cylindrique
B Embout d'alimentation
C Collerette de fixation.
D Joint d'étanchéité

E Tire-fond
F Contre-collerette
G Joint.
P Piquet écorcé à la base.

Les différentes phases de la mise en place du tampon sont : l'écorçage de la base du piquet sur une longueur égale à celle du corps cylindrique, le façonnage d'un chanfrein facilitant ultérieurement la pose du tampon; le montage en force du tampon sur la base écorcée; le façonnage (à la tarière) d'un avant-trou axial pour le passage du tire-fond; le serrage et le blocage de ce dernier.

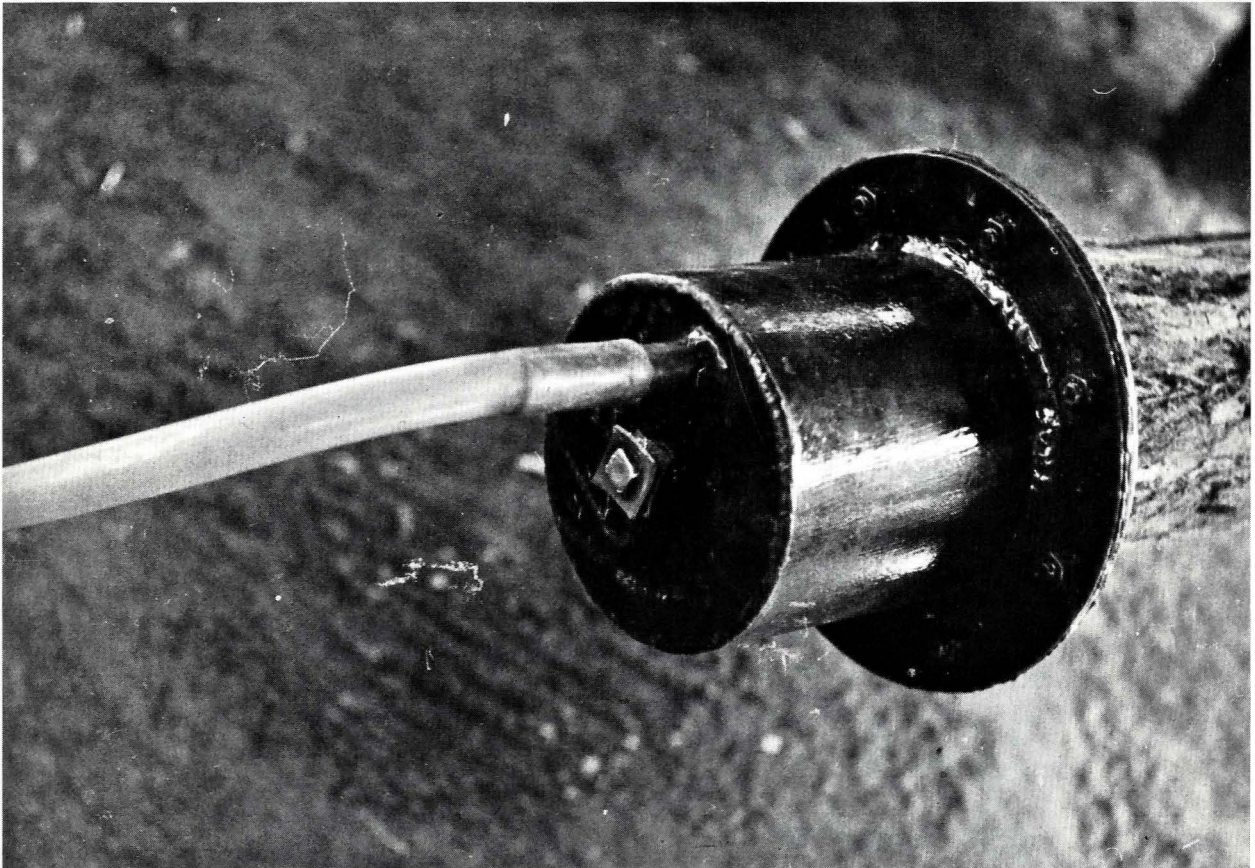
Une fois le tampon mis en place, la phase de traitement proprement dite peut commencer.

Les avantages de ce type de tampon sont : une mise en place rapide (de l'ordre de 3 minutes), une très bonne sécurité d'emploi, une étanchéité très satisfaisante, un prix de revient peu élevé (évalué en 1974 à environ 2.000 francs malgaches).

Avant de clore ce paragraphe consacré au traitement par déplacement de sève des piquets et perches, il convient de rappeler ce que nous disions précédemment lors de l'étude de l'imprégnation des poteaux par le procédé Boucherie : toutes les essences ne révèlent pas une même aptitude au traitement par ce procédé et les bons résultats obtenus sur les Eucalyptus et les Pins à Madagascar n'impliquent pas qu'il en serait de même pour d'autres espèces. Là encore, des essais préalables sont nécessaires.



Traitement de piquets et perches d'Eucalyptus sur station temporaire.
On utilise une dénivellation naturelle pour obtenir la pression nécessaire
 (Photo Thiel)



**Tampon utilisé à Madagascar depuis 1973 pour le traitement des piquets
par déplacement de sève (Photo Thiel)**

723. Le traitement par remplacement de sève (ou trempage long dans des solutions de produits salins)

Nous avons déjà, en page 70, évoqué cette méthode. Elle n'apporte qu'une protection moyenne, et c'est pourquoi des expériences d'un autre genre consistant à immerger totalement (en position horizontale) des piquets écorcés frais d'abattage, dans une cuve contenant des produits salins (de type Cr-Cu-As — Cr-Cu-B et Cr-Cu-F, à une concentration de 5 %) ont été entreprises. Les essences essayées étaient *Eucalyptus robusta* et *Pinus Kesyia*, et la durée de traitement de 7 jours. Les rétentions en produit sont variables (avec l'espèce considérée et le type de produit), mais des essais de champ ont montré qu'après six ans d'exposition en terre, les piquets traités étaient indemnes de toute attaque. Ceci semble donc indiquer qu'il serait judicieux de persévérer dans cette voie. Un tel traitement serait susceptible de résoudre facilement le problème de la conservation des piquets et des perches.

724. Le traitement en autoclave rustique

Cette méthode, expérimentée en Australie, puis à Madagascar, nous semble intéressante; elle peut, en effet, être mise en œuvre facilement et ne nécessite pas un matériel très important.

724.1. Description de l'appareillage

Schématiquement, l'équipement comprend (voir figure 9) : un réservoir d'alimentation, un tuyau d'alimentation et un autoclave rustique.

Réservoir d'alimentation (B). — De forme parallélépipédique, le réservoir d'alimentation peut être réalisé à partir de tôles planes galvanisées de 2 mm d'épaisseur. Ses dimensions seront fonction du volume de l'autoclave. Pour

obtenir la pression nécessaire au fonctionnement de l'appareil, cette cuve peut être placée sur une «tour» de construction artisanale, sur le toit d'un bâtiment ou sur une butte assurant la dénivellation voulue (pression utilisable 0,7 à 0,8 kg/cm²).



Autoclave rustique à Madagascar (Photo Thiel)

Tuyau d'alimentation (C). — Du réservoir d'alimentation, la solution antiseptique saline descend par une canalisation souple jusqu'à la vanne d'arrêt (H) fixée sur l'autoclave (D).

Autoclave (D). — L'autoclave peut être réalisé avec de la tôle plane noire de 4 mm d'épaisseur par soudure autogène. Il est composé des éléments suivants :

- un corps métallique parallélépipédique,
- une porte étanche mobile (E); (l'étanchéité est obtenue au moyen d'un joint de caoutchouc (F), serré entre la porte et le corps de la cuve par des boulons métalliques).
- une vanne d'arrêt (H) soudée à la partie supérieure de l'autoclave.
- un robinet de purge (G) situé à proximité de la vanne (H),
- un robinet de vidange (I).

L'autoclave repose sur un berceau de bois.

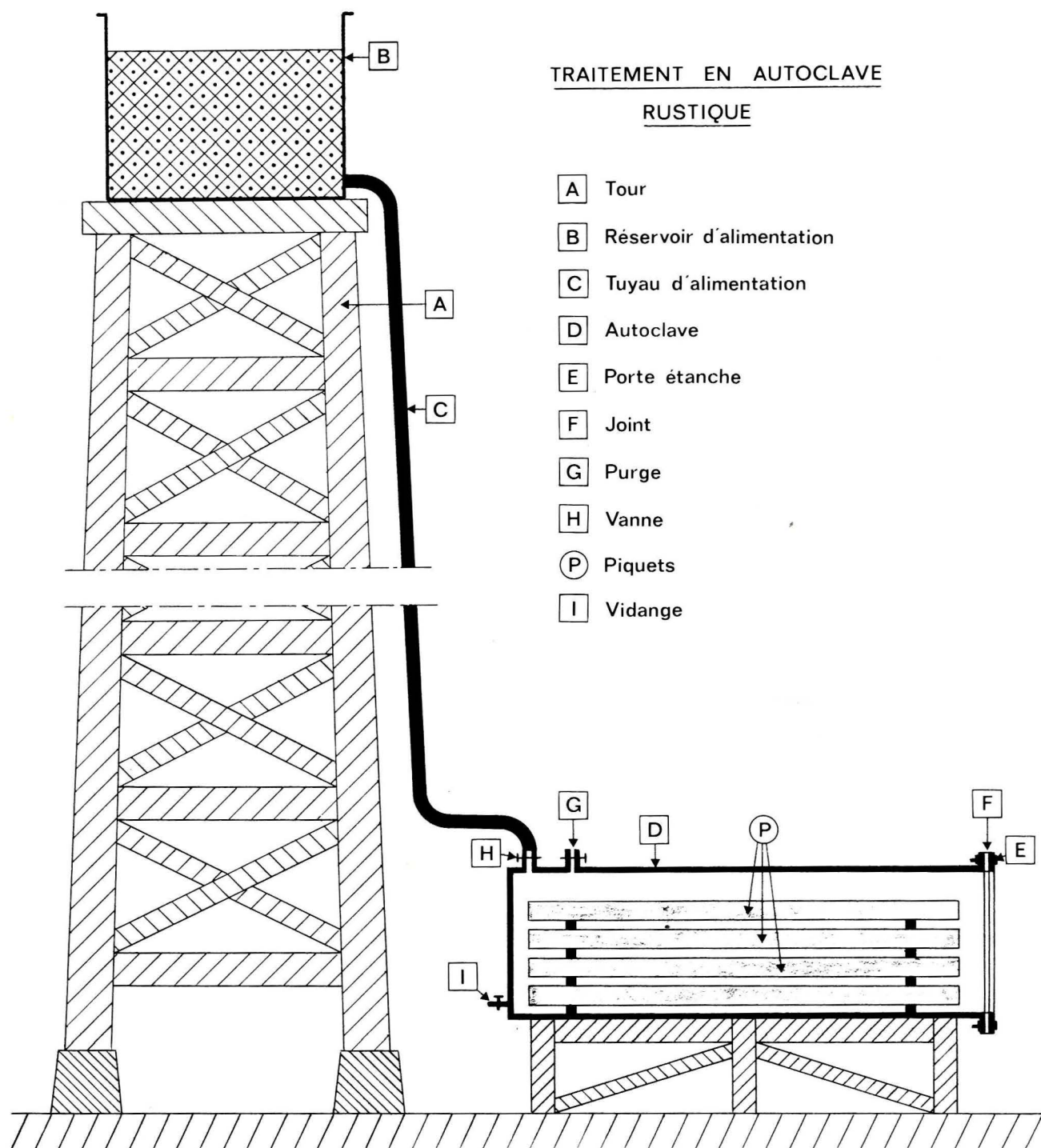


Figure 9

724.2. Conduite du traitement

Les phases successives d'une opération de traitement sont les suivantes :

- l'introduction des **piquets écorcés et secs à l'air** dans l'autoclave,
- le verrouillage de la porte,
- le remplissage de l'autoclave avec la solution de préservation,
- la purge de l'air qui se trouve dans l'autoclave,
- la mise sous pression de l'ensemble pendant un temps X,
- l'isolation de l'autoclave par rapport au réservoir d'alimentation par la fermeture de la vanne H,
- l'ouverture du robinet du purge G,
- la vidange de l'autoclave,
- l'ouverture de la porte étanche,
- la sortie des piquets traités.

La durée de la période de pression sera fixée en fonction de l'imprégnabilité du bois utilisé.

724.3. Résultats obtenus

Ce procédé permet de n'imprégner que l'aubier. Les rétentions en produit de préservation varient beaucoup avec l'espèce considérée et, naturellement, avec la concentration de la solution de traitement. Il appartiendra à l'utilisateur éventuel d'un tel procédé d'ajuster les paramètres d'imprégnation de façon à obtenir la protection optimale.

725. Conclusion

A ce jour, la grande majorité des bois ronds de petit diamètre utilisés en zones tropicales le sont sans protection chimique préalable. Même si les essences choisies présentent une bonne durabilité naturelle, la durée de service des piquets et perches plantés en terre est très courte (de 1 à 3 ans). Ceci implique des remplacements fréquents et intensifs et, actuellement, ce domaine d'utilisation du bois, qui représente un volume de bois non négligeable, n'a pas encore été touché par la préservation. Il est à souhaiter que ce chapitre, qui indique les moyens de prolonger d'une manière très appréciable la durée de service des perches et piquets, contribue à renverser la situation.

726. Résumé

Une perche ou un piquet mis en terre, sans protection chimique préalable, ne peut espérer avoir une longue durée de service, même si l'essence utilisée est réputée pour avoir une bonne durabilité naturelle. Ceci vient du fait que les petits bois ronds, provenant généralement d'arbres jeunes, contiennent une proportion importante d'aubier relativement périssable et que le bois, lorsqu'il est au contact du sol, est exposé aux conditions de conservation les plus défavorables. Il est donc nécessaire, si l'on veut éviter des remplacements trop fréquents, d'apporter aux piquets une protection artificielle complémentaire. Les différentes méthodes de traitement envisageables sont :

- l'injection sous pression des bois ronds écorcés et secs à l'air (avec une créosote ou un produit salin de grande efficacité et résistant bien au délavage). Cette solution n'est économiquement envisageable que s'il existe déjà une station d'imprégnation dans les environs (pour le traitement de poteaux, de traverses de chemin de fer,...).
- l'injection par déplacement de sève des piquets ou perches non écorcés et frais d'abattage (avec un produit salin valable).
- le trempage long (1 semaine) des bois ronds écorcés et frais d'abattage dans une solution antiseptique saline efficace.
- le traitement en autoclave rustique des piquets écorcés et secs à l'air (avec une solution aqueuse d'un produit de préservation du type chrome-cuivre-arsenic par exemple).

Il faut souligner que les trois derniers procédés sont particulièrement simples, d'une mise en œuvre aisée et d'un prix de revient abordable. Ils devraient permettre une utilisation rationnelle et économique des bois ronds en tant qu'éléments de palissade, d'abris rustiques pour les animaux, etc...

8. PROTECTION DES PANNEAUX CONTREPLAQUÉS

Ces panneaux ont pris, dans la construction, l'ameublement, le coffrage, etc... une importance de plus en plus grande au cours des années. Initialement, parmi les essences africaines, l'Okoumé était l'essence de déroulage par excellence; en pays tropical, comme en zone tempérée, les panneaux contreplaqués d'Okoumé présentent des références d'utilisation anciennes, nombreuses et très diversifiées et ils ont fait la preuve de leur qualité, en particulier de leur conservation généralement très satisfaisante dans des emplois n'exposant le bois qu'à des risques limités d'attaque.

Depuis un certain temps, on assiste à une diversification dans l'approvisionnement des usines de déroulage; de nombreuses essences se sont révélées aptes à être déroulées, soit directement (sur des billes fraîches), soit après étuvage. C'est alors que l'on s'est penché sur le problème de la conservation et de la protection des panneaux contreplaqués. Comme pour les bois massifs mis en œuvre, les risques d'altération que peuvent encourir les panneaux dépendent, en fait, des conditions d'emploi et l'on peut, à cet égard, définir trois types d'exposition :

- les emplois dans lesquels le panneau est à l'abri de tout risque de réhumidification.
- ceux pour lesquels le contreplaqué peut être soumis à des réhumidifications accidentelles et de courte durée.
- ceux pour lesquels le panneau est soumis à certaines réhumidifications périodiques inévitables.

81. EMPLOIS DANS LESQUELS LE PANNEAU EST A L'ABRI DE TOUT RISQUE DE RÉHUMIDIFICATION

Dans ces emplois qui correspondent, en général, à une utilisation des contreplaqués à l'intérieur des constructions, un panneau, mis en œuvre sec à l'air, le demeure et se trouve automatiquement à l'abri de toute attaque par les champignons; il n'y a donc pas lieu d'envisager de traitement fongicide. Par contre, le panneau n'est assuré d'une bonne conservation que dans la mesure où il résiste, soit naturellement, soit grâce à un traitement approprié, à l'action de certains insectes xylophages : les *Lyctus*, les *Bostryches*, et aussi les termites.

Nous avons vu, dans un chapitre précédent, que la sensibilité d'un bois aux attaques de *Lyctus* et de *Bostryches* était liée à la présence d'amidon dans les tissus. L'amidon est une substance de réserve : il se trouve donc localisé dans l'aubier pour les essences dans lesquelles il y a distinction nette entre l'aubier et le bois parfait; il nous faut souligner, une fois de plus, que le bois de cœur n'a rien à redouter de ces insectes. Mais il faut surtout attirer l'attention du lecteur sur les essences ne possédant pas de bois parfait bien distinct, pour lesquelles l'amidon est susceptible d'être présent dans toute la masse de la bille, et qui sont souvent d'excellents bois de déroulage : la sagesse commande de considérer ces essences comme donnant un bois uniformément sensible et d'appliquer à celui-ci les traitements de préservation indispensables. La liste donnée dans le tableau VII rassemble un certain nombre d'essences tropicales susceptibles d'être utilisées pour la fabrication de panneaux contreplaqués appartenant au type défini ci-dessus.

Le traitement que ces essences doivent nécessairement recevoir pour être à l'abri des *Lyctus*, des *Bostryches* et des termites peut se concevoir de différentes façons :

- le produit de préservation peut être incorporé à la colle lors de la fabrication des panneaux, pour ensuite diffuser dans les plis du contreplaqué.
- le produit de préservation peut être appliqué aux feuilles déroulées (avant la fabrication des panneaux), particulièrement en sortie de dérouleuse par pulvérisation. Ce mode de traitement déjà évoqué dans un chapitre précédent consiste, dans la pratique actuelle, à asperger les feuilles lors du déroulage à l'aide de produits boraciques en solution aqueuse. Cette méthode a fait la preuve de son efficacité dans la lutte préventive contre les *Lyctus*. Par contre, on aurait tort de penser qu'elle apporte une protection de qualité contre les autres agents biologiques et il faut souligner, en particulier, qu'elle est strictement sans effet sur les champignons de moisissures qui se développent souvent sur les déroulages frais.

Remarque. — Nous avons considéré dans ce paragraphe que les emplois intérieurs du contreplaqué impliquaient obligatoirement l'absence de risque de réhumidification. Cela n'est pas tout à fait exact dans la mesure où, pour certains aménagements de cuisine, de salle de bain, etc..., les panneaux sont souvent utilisés et peuvent se trouver fréquemment réhumidifiés, soit par de l'eau de condensation, soit par des fuites accidentelles. Il s'agit alors de prévoir des mesures de protection préventive contre les champignons telles qu'elles seront décrites dans les paragraphes suivants.

TABLEAU VII

Essences de déroulage nécessitant un traitement de préservation

Appellation ATIBT	Provenance	Nom scientifique
Abura	Af	<i>Mitragyna</i> spp.
Ako	Af	<i>Antiaris toxicaria</i> Lesch.
Akossika	Af	<i>Scottellia</i> spp.
Andoung	Af	<i>Monopetalanthus</i> spp.
Benuang.	As	<i>Octomeles sumatrana</i> Miq.
Duabanga.	As	<i>Duabanga moluccana</i> Bl.
Ekoune	Af	<i>Coelocaryon preussii</i> Warb.
Emien	Af	<i>Alstonia boonei</i> De Wild
Essessang	Af	<i>Ricinodendron heudelotii</i> Pierre
Fuma	Af	<i>Ceiba pentandra</i> Gaertn.
Geronggang	As	<i>Cratoxylon arborescens</i> Blume
Ilomba.	Af	<i>Pycnanthus angolensis</i> Warb.
Jelutong.	As	<i>Dyera costulata</i> Hook. f.
Kondroti	Af	<i>Rhodognaphalon brevicuspe</i> Roberty
Koto	Af	<i>Pterygota</i> spp.
Limba	Af	<i>Terminalia superba</i> Engl. & Diels
Machang	As	<i>Mangifera</i> spp.
Marupa	Am	<i>Simaruba</i> spp.
Medang	As	<i>Dehaasia</i> spp.
Meranti White.	As	<i>Shorea</i> spp. section <i>Anthoshorea</i>
Obeche	Af	<i>Triplochiton scleroxylon</i>
Ohia	Af	<i>Celtis</i> spp.
Onzabili.	Af	<i>Antrocaryon klaineum</i> Pierre
Pulai	As	<i>Alstonia</i> spp.
Ramin	As	<i>Gonystylus</i> spp.
Sépétir.	As	<i>Sindora</i> spp.
Seraya White.	As	<i>Parashorea</i> spp.
Sesendok	As	<i>Endospermum</i> spp.
Virola	Am	<i>Virola</i> spp.

82. EMPLOIS POUR LESQUELS LE CONTREPLAQUÉ PEUT ÊTRE SOUMIS À DES RÉHUMIDIFICATIONS ACCIDENTELLES ET DE COURTE DURÉE.

Ces emplois correspondent, en particulier, à certains panneaux utilisés en éléments de menuiseries extérieures. Les réhumidifications, dans les constructions réalisées dans les règles de l'art, sont généralement accidentelles (fuites de toiture, pluies très violentes, ...). À l'humidification du pli superficiel, succède un séchage relativement rapide et il convient, pour ces emplois, où les risques d'attaque par les champignons sont plutôt faibles, mais non nuls :

- soit de retenir des essences de durabilité naturelle équivalente ou supérieure à celle de l'Okoumé (que l'on peut prendre comme durabilité naturelle étalon pour ce type d'utilisation).
- soit de traiter les panneaux d'essences présentant une résistance naturelle insuffisante.

En ce qui concerne les traitements de préservation, on se bornera à rappeler succinctement qu'ils peuvent être effectués :

- soit par incorporation du produit de préservation à la colle, les principes actifs fongicides et, éventuellement, insecticides diffusant ensuite de la colle vers le bois.
- soit par traitement des feuilles avant encollage au cours ou en fin de déroulage à l'aide de produits minéraux en solution aqueuse, ou, après séchage, à l'aide de produits organiques appropriés.

Quel que soit le type de produit utilisé, il faudra veiller à ce que le traitement ne perturbe pas le collage ultérieur.

83. EMPLOIS POUR LESQUELS LE PANNEAU EST SOUMIS À CERTAINES RÉHUMIDIFICATIONS PÉRIODIQUES INÉVITABLES.

Dans le paragraphe précédent, nous avons évoqué les cas où les panneaux contreplaqués risquaient d'être réhumidifiés d'une façon accidentelle. Nous envisageons maintenant une catégorie d'emplois où l'on sait pertinemment que les panneaux seront soumis à des réhumidifications périodiques et inévitables. C'est le cas des contreplaqués utilisés dans la construction de serres, de planchers de camions, de hangars, de silos et autres constructions agricoles. Il est alors nécessaire d'employer, ou des contreplaqués d'essences possédant une durabilité naturelle supérieure à celle de l'Okoumé, (et équivalente, par exemple, à celle du Makoré-Douka) ou des panneaux traités.

Le traitement des essences pourra se faire, soit par les procédés décrits au paragraphe précédent, soit également par injection en autoclave des panneaux finis, avec des produits organiques ou des produits minéraux en solution aqueuse.

Remarque. — Dans cette catégorie d'emploi, devrait, en principe, figurer l'utilisation des panneaux en coffrage puisqu'alors ceux-ci sont, au contact direct du béton au cours du coulage et de la prise, gorgés d'eau. Mais il ne faut pas perdre de vue que la durée de réhumidification est relativement courte et ne permet guère l'installation et le développement des champignons et que, surtout, l'usure mécanique intervient rapidement, après plusieurs réutilisations, beaucoup plus rapidement que n'interviendrait une usure d'ordre biologique. Ces considérations permettent d'affirmer que ce type d'emploi est nettement à part et ne pose pratiquement aucun problème de conservation vis-à-vis du risque biologique.

84. CONCLUSION

Le problème de la conservation des panneaux contreplaqués est surtout du ressort des fabricants; c'est donc à eux, en premier lieu, que s'adresse ce chapitre. Il nous semble cependant utile que tout industriel du bâtiment, tout artisan, et pourquoi pas tout utilisateur occasionnel, le lise afin qu'il comprenne qu'il n'existe pas «du contreplaqué», mais «des contreplaqués» qui, en fonction des essences utilisées, de la protection chimique éventuelle apportée, des types de colle employés, de la technique de mise en œuvre, et de l'emploi envisagé, auront des comportements parfois bien différents. Cette connaissance devrait conduire à une meilleure utilisation de ce matériau.

85. RÉSUMÉ

Les risques de détérioration biologique que peuvent encourir les panneaux dépendent des conditions d'emploi et des types d'exposition. Il convient de distinguer :

- les emplois dans lesquels le panneau est à l'abri de tout risque de réhumidification.
- ceux pour lesquels le contreplaqué peut être soumis à des réhumidifications accidentelles et de courte durée.
- ceux pour lesquels le panneau est soumis à certaines réhumidifications périodiques inévitables.

Pour la première catégorie, le seul risque encouru provient des *Lyctus*, des *Bostryches* et, parfois, des termites. Il convient alors de choisir : soit des panneaux naturellement résistants, soit des panneaux auxquels on aura appliqué un traitement insecticide, par incorporation d'un produit de préservation à la colle au moment de la fabrication ou par pulvérisation d'un produit en solution aqueuse sur les feuilles en sortie de dérouleuse.

Dans la deuxième catégorie d'emploi, où les risques d'attaque par les champignons, sans être grands, ne sont pas nuls, il faut utiliser : soit des panneaux d'essences possédant une durabilité naturelle suffisante (égale ou supérieure à celle de l'Okoumé), soit des panneaux traités par incorporation d'un produit insecticide et fongicide à la colle au moment de la fabrication, ou par traitement des feuilles avant encollage (effectué au cours ou en fin de déroulage à l'aide de produits minéraux en solution aqueuse, ou après séchage à l'aide de produits organiques appropriés).

Pour la troisième catégorie d'emploi, où les risques d'attaques fongiques sont plus sérieux, il est nécessaire d'utiliser des panneaux possédant une résistance naturelle supérieure à celle de l'Okoumé (équivalente à celle du Makoré-Douka) ou des contreplaqués ayant reçu une protection chimique efficace (incorporation du produit de préservation à la colle — injection en autoclave).

En tout état de cause, le fabricant de panneaux contreplaqués devra veiller à ce que le traitement des déroulages ne perturbe pas le collage ultérieur.

Remarque.— Nous n'avons, dans ce chapitre, parlé ni des panneaux lattés, ni des panneaux de particules.

La protection des panneaux lattés, de par leur structure, doit s'envisager sur deux plans : protection des lattes intérieures (assimilable à celle des bois massifs) et protection des faces (assimilable à celle des contreplaqués).

La préservation des panneaux de particules s'effectue par incorporation de produits insecticides et fongicides à la colle lors de la fabrication.

9. PROTECTION DES BOIS EN MILIEU MARIN

Nous avons décrit en pages 32 à 34 les dangers qu'encourt le bois lorsqu'il est immergé en eau salée ou saumâtre et qui sont le fait des pholades, de petits crustacés et, surtout, des tarets. Les risques de destruction du bois en milieu marin tropical sont très importants, car les conditions d'installation et de développement des organismes xylophages marins y sont, du fait du climat, presque constamment optimales.

Si les différentes essences présentent une résistance naturelle variable vis-à-vis de ces organismes, il faut considérer que les conditions locales d'exposition jouent un très grand rôle et, qu'en particulier, les bois sont généralement plus rapidement attaqués et détruits, (dans la même zone climatique), dans les eaux saumâtres qu'en pleine mer. C'est pourquoi, il est assez difficile d'établir une classification très stricte quant à la durabilité naturelle des bois vis-à-vis des tarets et autres destructeurs.

En règle générale, peu d'essences résistent très bien aux xylophages marins et les rares bois présentant une durabilité naturelle excellente offrent souvent de grosses difficultés d'usinage dues à des teneurs élevées en silice. C'est pourquoi, dans la pratique, la mise en œuvre du bois en eau salée ou saumâtre ne peut raisonnablement s'envisager sans une protection chimique appropriée. A cet égard, il convient de distinguer :

- les ouvrages fixes (défenses de port, estacades, pilotis, etc...) qui, une fois mis en place, le demeureront et pour lesquels il est impossible d'effectuer des traitements de rappel.
- les coques de bateaux qui, au cours des opérations de carénage, peuvent faire l'objet d'un examen sérieux et, si nécessaire, de traitement spéciaux.

91. PROTECTION DES OUVRAGES FIXES

Le constructeur doit, d'abord, choisir des bois ayant des propriétés physiques et mécaniques appropriées. Il doit, ensuite, envisager le problème de l'utilisation rationnelle et économique du bois, donc aborder le problème de la bonne conservation dans le temps de l'ouvrage. Nous avons vu que la mise en œuvre du bois en milieu marin ne peut, raisonnablement, s'envisager sans une excellente protection chimique.

A l'heure actuelle, il n'existe que très peu de produits élaborés spécialement pour la préservation du bois en eau salée ou saumâtre et, souvent, il est nécessaire de faire appel aux formulations mises au point pour la protection du bois contre les xylophages terrestres (champignons et insectes). Il faut signaler, à ce sujet, que les produits organiques classiques n'ont quasiment aucune action contre les tarets et autres destructeurs marins. Seuls, certains sels de type chrome-cuivre-arsenic se sont révélés, à des doses très importantes, efficaces.

Actuellement donc, la seule méthode de protection acceptable consiste à imprégner à refus (en autoclave) les éléments usinés avec les produits salins précédemment évoqués (concentration minimale de la solution de traitement : 5 % dans l'eau) et après séchage du bois et fixation des constituants du produit, à effectuer une deuxième imprégnation sous pression des bois avec une créosote lourde. Ce dernier traitement a pour but de renforcer la protection artificielle apportée, en ralentissant au maximum le délavage des produits salins sous-jacents dont il faut avouer que l'on connaît mal le comportement dans de nombreuses essences tropicales. En tout état de cause, cette technique n'est valable que si :

- dans le cas des équarris, le bois utilisé est bien imprégnable,
- dans le cas des bois ronds, ceux-ci présentent une large couronne d'aubier qui, une fois imprégnée, pourra protéger efficacement les parties internes non atteintes par le traitement.

Il faut enfin signaler que, pour augmenter encore la sécurité d'emploi du bois dans les ouvrages portuaires, il est souhaitable de choisir des essences possédant, outre des propriétés physiques et mécaniques satisfaisantes et une bonne imprégnabilité, une résistance naturelle aux xylophages marins non négligeable. A cet égard, on ne peut que conseiller des essences telles que le Padouk (*Pterocarpus soyauxii*) ou le Bilinga (*Nauclea diderrichii*). Une bonne durabilité naturelle, complétée par une protection chimique sérieuse telle qu'elle a été décrite précédemment, ne peut qu'être bénéfique pour une utilisation rentable du matériau bois en milieu marin.

92. PROTECTION DES COQUES DE BATEAUX

Le pourcentage, en volume, de bois utilisé pour la fabrication des bateaux est, il faut l'avouer, faible, mais il nous a paru cependant intéressant d'aborder le problème de l'utilisation rationnelle et économique du bois dans la construction navale. On assiste, en effet, trop souvent à des détériorations très graves dans les coques, les membrures, etc..., dégradations dues principalement, d'une part aux xylophages marins, d'autre part aux champignons.

La protection des coques contre les organismes foreurs doit s'envisager à deux stades, celui de la construction du bateau et celui des carénages. Au moment de la construction, il serait, bien entendu, souhaitable d'employer des bois traités sous pression avec certains sels du type chrome-cuivre-arsenic et à des doses assez élevées. Ceci n'est évidemment pas toujours possible et il convient alors d'employer des bois possédant, d'une part une durabilité naturelle non négligeable vis-à-vis des foreurs marins, d'autre part une imprégnabilité suffisante, de manière à ce que l'on puisse, par le truchement de produits appropriés, conférer au bois une protection artificielle supplémentaire. A vrai dire, il n'existe, à l'heure actuelle et à notre connaissance, que très peu de produits efficaces contre les xylophages marins. La méthode d'application de ces formulations consiste, presque toujours, en un badigeonnage copieux et répété. Ce traitement, qui n'est que périphérique, est généralement complété par l'application d'une peinture, dite anti-fouling, destinée à freiner la fixation d'organismes marins responsables de l'encrassement des coques. Outre la propriété qu'ont ces revêtements de ralentir la fixation de certains organismes marins (algues, vers, etc...) sur la coque des bateaux, ils possèdent également une certaine efficacité biocide ou répulsive vis-à-vis des tarets.

Lors des carénages, après grattage de la coque, il est toujours souhaitable d'effectuer un traitement de rappel du bois avec un produit approprié, et de renouveler la peinture anti-fouling.

En ce qui concerne les attaques fongiques du bois, on constate qu'elles se produisent souvent :

- dans les parties basses des bateaux où les conditions d'humidité et de chaleur, aggravées par le confinement de l'air, sont favorables à l'installation et au développement des champignons,
- dans les zones fréquemment réhumidifiées.

Afin de prévenir ce type de dégradation, il est recommandé d'utiliser des bois de bonne durabilité naturelle et de prendre des mesures tendant à assurer la meilleure ventilation possible de toutes les parties du bateau.

93. RÉSUMÉ

Les risques de destruction du bois par les xylophages marins en zones tropicales sont très importants et, dans la pratique, la mise en œuvre de ce matériau en eau salée ou saumâtre ne peut, raisonnablement, s'envisager sans un traitement de préservation. La seule protection valable des ouvrages fixes (défenses de port, estacades, pilotis, etc...) ne peut s'effectuer que par imprégnation sous pression et à refus des bois. Cette opération n'aura de sens que dans la mesure où :

- les essences utilisées sont bien imprégnables (afin que les produits utilisés pénètrent profondément dans le bois).
- le produit employé est efficace (à cet égard, une double imprégnation, la première avec certains sels du type chrome-cuivre-arsenic, la seconde avec une créosote lourde, est l'opération qui donnera les meilleurs résultats).

Il est, enfin, recommandé de choisir des essences possédant, outre des propriétés physiques et mécaniques suffisantes et une bonne imprégnabilité, une résistance naturelle non négligeable vis-à-vis des foreurs marins.

Pour ce qui est de la protection des coques de bateaux, il n'existe actuellement que peu de produits efficaces contre les tarets, les pholades et autres destructeurs. Il convient donc, pour assurer à un bateau une durée de service satisfaisante :

- soit de construire la coque avec des bois traités sous pression avec certains produits de type chrome-cuivre-arsenic,
- soit de traiter la coque (après sa construction) au moyen d'un des rares produits efficaces contre les foreurs marins et de compléter ce traitement par l'application d'une peinture anti-fouling.



CONCLUSION

Nous voici à la fin de ce manuel et nous espérons qu'il aura atteint son but qui était de familiariser le lecteur avec les problèmes de conservation du bois. Nous n'avons, en fait, parlé que des difficultés que l'ingénieur, le technicien ou l'artisan peuvent rencontrer dans la mise en œuvre de ce matériau et, en particulier, de sa durabilité naturelle parfois faible vis-à-vis de certains organismes.

Nous avons vu ensemble que ces difficultés ne constituent pas un obstacle insurmontable à son emploi dans de nombreux domaines et que le fait même de savoir poser et étudier un problème donné est primordial pour le résoudre correctement.

Il aurait peut-être été bon de mettre davantage l'accent sur les nombreuses qualités du bois, bien que ce ne soit pas l'objet de ce manuel, et d'aborder les problèmes de préservation dans un contexte plus global. Mais cela aurait encore augmenté la longueur de cet ouvrage déjà volumineux. Il était, en fait, difficile de le faire plus court, étant donné les nombreux aspects de la conservation des bois et les multiples utilisations de ce matériau.

Nous n'avons pas la prétention d'avoir traité d'une manière exhaustive le sujet, (en particulier, nous n'avons pas envisagé le problème de la protection de la surface du bois, qui a été traité dans un article de M. Fougerousse : «Aspects biologiques de la protection de la surface du bois» - Bois et Forêts des Tropiques n° 160, mars-avril 1975, p. 47 à 56). Mais nous pensons que, maintenant, le lecteur sera à même d'étudier et de résoudre correctement tout problème de conservation à partir des notions qui lui ont été fournies dans ce manuel.

Nous concluons en souhaitant que la lecture de ce livre contribue au développement de l'utilisation du bois dans les pays tropicaux et que ce dernier trouve, enfin, la place qu'il mérite.

●

BIBLIOGRAPHIE

- ALLIOT, H., 1965 — *Protection à apporter aux bois en grumes sous les climats tropicaux*. — C.R. Travaux Congr. Prot. Cult. Trop. Marseille.
- ALLIOT, H., 1975 — *Produits chimiques utilisés pour la protection des billes en climat tropical. Conditions d'application pour obtenir des résultats satisfaisants*. — I.U.F.R.O., Division V, S.5.03, Groupe Protection des Bois, Réunion d'Abidjan, 17-23 Février. Centre Technique Forestier Tropical, Nogent-sur-Marne, France, pp. 63-67.
- BAVENDAMM, W., 1963 — *Protection des bois en grumes altérables au cours de leur transport des tropiques vers l'Europe*. — Bois et Forêts des Tropiques n° 91 — pp. 29-37.
- BEDEL, J., RAKOTOVAO, G., et THIEL, J., 1975 — *Expériences de préservation de perches et piquets à usage rural en République Malgache*. I.U.F.R.O., Division V, S5.03, Groupe Protection des Bois, Réunion d'Abidjan, 17-23 Février. Centre Technique Forestier Tropical, Nogent-sur-Marne, France — pp. 133-146.
- BEDEL, J., et THIEL, J., 1973 — *Traitement de piquets de Pinus patula par trempage à froid*. Centre Technique Forestier Tropical, Tananarive (Madagascar), n° 40.
- BEDEL, J., et THIEL, J., 1974 — *Traitement par trempage long et diffusion appliqué sur Pinus patula*. Centre National des Recherches Forestières et Piscicoles, Madagascar, n° 351.
- BOLZA, E., KEATING, W.G., 1972 — *African Timbers : the properties, uses and characteristics of 700 species*. CSIRO, Melbourne.
- COUDREAU, J., 1956 — *Installations pour l'imprégnation sous pression du bois en Afrique tropicale*. Bois et Forêts des Tropiques n° 50 — pp. 21-34.
- COUDREAU, J., 1959 — *Un procédé par aspersion pour la préservation des contreplaqués contre les piqûres blanches*. Bois et Forêts des Tropiques n° 64 — pp. 41-47.
- C.S.I.R.O. (Australie), 1960 — *New preservative for dip diffusion treatment of green building timber*. For. Prod. Newsletter n° 264.
- DALE, F.A., 1969 — *Sap displacement simplified*. For. Prod. Newsletter n° 360 (CSIRO-Australie).
- DALE, F.A., and BOWERS, E.A., 1958 — *Water-borne preservatives for fence posts. Part. II. The sap replacement method*. For. Prod. Newsletter n° 243 (CSIRO-Australie).
- DEON, G., 1973 — *Étude chimique de la résistance au délavage de sept produits de préservation du bois hydro-solubles*. Material und Organismen - 8 Bd., Heft 4 - pp. 295-318.
- DEON, G., 1975 — *L'expérimentation des produits fongicides et insecticides pour la préservation, en climat tropical, des billes de coupe fraîche*. I.U.F.R.O., Division V, S5.03, Groupe Protection des Bois, Réunion d'Abidjan, 17-23 Février. Centre Technique Forestier Tropical, Nogent-sur-Marne, France, pp. 49-61.

- DEON, G., 1975 — *Recherches sur l'imprégnabilité des bois feuillus tropicaux*. I.U.F.R.O., Division V, S5.03, Groupe Protection des Bois, Réunion d'Abidjan, 17-23 Février. Centre Technique Forestier Tropical, Nogent-sur-Marne, France, pp. 191-203.
- DEON, G., 1980 — *A propos de la durabilité naturelle de l'Angélique (Dicorynia guianensis Amsh.)*. Centre Technique Forestier Tropical — Note technique n° 13.
- DEON, G., 1981 — *Étude des variabilités radiale et longitudinale de la densité et de la durabilité naturelle dans un fût de Dabéma (Piptadeniastrum africanum Brenan)*. Centre Technique Forestier Tropical — Cahier scientifique n° 6.
- DEON, G., 1983 — *Les composés flavoniques du Dabéma et leur rôle dans la résistance de ce bois à la pourriture*. Centre Technique Forestier Tropical — Supplément au Cahier scientifique n° 6.
- DEON, G., CHADENSON, M., et HAUTEVILLE, M., 1980 — *Influence des extraits naturels du bois sur sa résistance à la pourriture*. Bois et Forêts des Tropiques n° 191, pp. 75-90.
- DEON, G., et THIEL, J., 1973 — *Nouveaux essais d'imprégnation de poteaux d'Eucalyptus robusta par déplacement de sève*. Centre Technique Forestier Tropical — Note technique n° 12.
- DIVISION DE PRÉSERVATION DU CENTRE TECHNIQUE FORESTIER TROPICAL, 1962 — *Possibilités d'emploi des bois de l'ouest africain comme supports de lignes*. Bois et Forêts des Tropiques, n° 81, pp. 49-53.
- DIVISION DE PRÉSERVATION DU CENTRE TECHNIQUE FORESTIER TROPICAL, 1970 — *Note sur l'injection des bois en autoclave*.
- DURAND, P.Y., 1978 — *La protection temporaire des grumes et des sciages frais : principes généraux et résultats d'essais*, Centre Technique Forestier Tropical, Abidjan, Côte d'Ivoire.
- DURAND, P.Y., 1980 — *Méthode d'évaluation de l'efficacité des produits de protection des billes de coupe fraîche*. Bois et Forêts des Tropiques, n° 191, pp. 59-74.
- DURAND, P.Y., 1981 — *Essais de champ IRG/WP (International Research Group on Wood Preservation) : évolution de l'indice de conservation après 44 mois d'exposition*. Centre Technique Forestier Tropical, Abidjan, Côte d'Ivoire.
- DURAND, P.Y., 1985 — *Protection temporaire : protocole d'essais concernant :*
 — *La rémanence des produits insecticides.*
 — *La protection temporaire des grumes.*
 — *La protection temporaire des sciages frais.*
 Centre Technique Forestier Tropical, Abidjan, Côte d'Ivoire.
- FINDLAY, W.P.K., 1985 — *Preservation of timber in the tropics* - Martinus Nijhoff/Dr. W. JUNK Publishers.
- FOUGEROUSSE, M., 1957 — *Les piqûres des grumes de coupe fraîche en Afrique tropicale*. Bois et Forêts des Tropiques n° 55, pp. 39-52.
- FOUGEROUSSE, M., 1958 — *Les altérations fongiques des bois frais en Afrique tropicale et plus particulièrement de l'Iloba et du Limba*. Bois et Forêts des Tropiques n° 60, pp. 41-56.
- FOUGEROUSSE, M., 1960 — *Durabilité naturelle du bois*. Bois et Forêts des Tropiques n° 73, pp. 43-56.
- FOUGEROUSSE, M., 1960 — *Les différents types de piqûres d'insectes pouvant se rencontrer dans les bois tropicaux importés*. Centre Technique Forestier Tropical - Note technique n° 4.

- FOUGEROUSSE, M., 1961 — *Réflexions sur quelques problèmes de préservation du bois*. Bois et Forêts des Tropiques n° 75 - pp. 46-63.
- FOUGEROUSSE, M., 1964 — *Traverses en bois pour le chemin de fer transcamerounais. Problèmes de préservation des bois au contact du sol dans les pays tropicaux*. Bois et Forêts des Tropiques n° 95, pp. 35-48 et n° 97, pp. 23-34.
- FOUGEROUSSE, M., 1965 — *Champignons lignicoles des bois fraîchement abattus en Afrique tropicale*. Holz und Organismen, Heft 1 - pp. 343-349.
- FOUGEROUSSE, M., 1965 — *Le rôle et l'importance de la préservation des billes tropicales destinées au déroulage. Principes généraux et règles de traitement*. Bois et Forêts des Tropiques n° 99, pp. 41-51.
- FOUGEROUSSE, M., 1966 — *La préservation des bois de construction dans les pays de l'ouest africain. Principes généraux et règles pratiques*. Bois et Forêts des Tropiques n° 109, pp. 25-41.
- FOUGEROUSSE, M., 1967 — *Préservation des menuiseries intérieures contre les Lyctus. Traitement par trempage rapide et diffusion*. Bois et Forêts des Tropiques n° 112, pp. 57-69.
- FOUGEROUSSE, M., 1969 — *Quelques aspects de la préservation des bois sous les climats tropicaux. Leur importance économique*. Bois et Forêts des Tropiques n° 128, pp. 63-77.
- FOUGEROUSSE, M., 1970 — *Durabilité des panneaux contreplaqués en bois feuillus tropicaux*. Bois et Forêts des Tropiques n° 134, pp. 63-69.
- FOUGEROUSSE, M., 1975 — *Aspects biologiques de la protection de la surface du bois*. Bois et Forêts des Tropiques n° 160, pp. 47-56.
- FOUGEROUSSE, M., GUENEAU, P., DEON, G., et THIEL, J., 1971 — *Essais d'imprégnation par déplacement de sève de poteaux d'Eucalyptus robusta et Pinus patula à Madagascar*. Material und Organismen - 6 Bd. - Heft 2 - pp. 101-139.
- FOUGEROUSSE, M., LANTHONY, P., et LUCAS, S., 1962 — *Imprégnation profonde de certaines essences de l'ouest africain par trempage rapide et diffusion*. Bois et Forêts des Tropiques n° 84, pp. 45-64.
- FOUGEROUSSE, M., et LUCAS, S., 1975 — *New experiments on the behaviour of wood preservatives against marine organisms in various test sites*. Material und Organismen - Beiheft 3 - International Symposium Berlin-Dahlem.
- GERSONDE, M., 1968 — *Schutzbehandlung von Fichtenholzmasten durch das Saftverdrängungsverfahren*. Holz - Zbl. 94 - Nr. 39 - pp. 599-601.
- GUENEAU, P., 1972 — *Traitements rustiques pour perches et bois ronds*. Terre Malgache, Université de Madagascar, n° 11, pp. 135-154.
- HARRIS, W.V., 1971 — *Termites. Their recognition and control*. Tropical agriculture series - Longman Group Limited. London.
- LEPITRE, C., et MARIAUX, A., 1965 — *Les fentes des grumes de l'Okoumé. Influence des essences et des produits antigerces*. Bois et Forêts des Tropiques n° 104, pp. 31-51.
- LEPITRE, C., MARIAUX, A., et LANLY, J.P., 1966 — *Les fentes des grumes de l'Okoumé. Le stockage des grumes en Europe*. Bois et Forêts des Tropiques n° 106, pp. 17-25.

- MASON, C.G.W., 1975 — *An apparatus and technique for perfusion treatment of tropical woods*. I.U.F.R.O., Division V, S5.03, Groupe Protection des Bois, Réunion d'Abidjan, 17-23 Février. Centre Technique Forestier Tropical, Nogent-sur-Marne, France - pp. 173-177.
- MORGAN, J.W.W., 1975 — *Preservation of timber : General considerations*. Timber Grower n° 55 pp. 17-26.
- RANCUREL, R., 1966 — *Essais comparés de la résistance de divers bois tropicaux à l'attaque des taret sur la côte ouest africaine*. Bois et Forêts des Tropiques n° 106, pp. 27-39.
- SCHMITZ, G., 1956 — *Les termites et les moyens de les détruire*. Bulletin Agricole du Congo Belge. Vol. XLVII, n° 6, pp. 1551-1596.
- THIEL, J., 1973 — *Essai de protection de bois ronds par déplacement de sève dans le moyen ouest de Madagascar*. Centre Technique Forestier Tropical, Tananarive (Madagascar) n° 42.
- THIEL, J., 1973 — *Traitements rustiques de bois ronds en sève par trempage à froid dans des sels complexes*. 1er rapport. Centre Technique Forestier Tropical, Tananarive (Madagascar).
- THIEL, J., 1974 — *Traitements rustiques de bois ronds en sève par trempage à froid dans des sels complexes*. 2ème rapport. Centre Technique Forestier Tropical, Tananarive (Madagascar).
- THIEL, J., 1974 — *Traitement Boucherie appliqué alternativement aux deux extrémités sur poteaux d'Eucalyptus robusta*. Centre National des Recherches Forestières et Piscicoles, Madagascar, n° 332.
- THIEL, J., 1974 — *Procédé Boucherie. Amélioration du tampon de raccordement*. Centre National des Recherches Forestières et Piscicoles, Madagascar, n° 333.
- THIEL, J., 1975 — *Traitement en autoclave rustique. Essais préliminaires*. Centre National des Recherches Forestières et Piscicoles, Madagascar, n° 381.
- WILKINSON, J.G., 1979 — *Industrial Timber Preservation*. Rentokil Library - London.

INDEX DES BOIS CITÉS

Abura	42, 79, 104	Ekoune	39, 43, 64, 79, 104
Acajou d'Afrique	42, 78	Emien	39, 43, 79, 104
Acajou du Sénégal	47	Essessang	16, 39, 43, 79, 104
Afo	Voir Ovoga	Eucalyptus	47, 48, 89, 91, 93, 95, 96, 98, 99
Afrormosia	42, 78	Eveuss	86
Aiélé	42, 74	Eyong	43, 78
Ako	39, 42, 79, 104	Eyoum	43
Akossika	42, 79, 104	Faro	43
Albizia	47	Filao	48
Alep	86	Fraké	Voir Limba
Alerce	42	Framiré	43, 78
Almon	42, 78	Fromager	Voir Fuma
Amarante	38, 42	Fuma	4, 15, 32, 39, 43, 64, 79, 104
Andiroba	42, 78	Gao	Voir Cad
Andoung	42, 79, 104	Geronggang	39, 43, 79, 104
Angélique	Voir Basralocus	Giam	86
Aningré	42	Gmelina	48
Araucaria	47	Gommier	43, 78
Assaméla	Voir Afrormosia	Gonakié	48
Avodiré	42, 78	Gonfolo	43, 78, 86
Azobé	4, 40, 42, 78, 86	Goupi	43, 78, 86
Ayous	Voir Obeche	Greenheart	43, 78
Bagasse	42, 78	Grevillea	48
Bahia	Voir Abura	Grigon franc	Voir Louro Vermelho
Balanzan	Voir Cad	Hévéa	48
Balata rouge	Voir Maçaranduba	Iatandza	43, 78
Balau	42, 78	Igaganga	43, 79
Balau Red	42	Ilomba	4, 5, 6, 15, 20, 32, 33, 39, 43, 64, 79, 104
Basralocus	42, 78	Inga	43
Benuang	39, 42, 79, 104	Ipé	43, 78
Bété	Voir Mansonia	Iroko	4, 43, 78
Bilinga	42, 78, 86, 89, 107	Izombé	43, 78
Billian	42, 78, 86	Jaboty	44, 78
Bintangor	42, 78	Jelutong	39, 44, 79, 104
Boco	86	Jequitiba	44, 79
Bomanga	42, 78	Kanda	44, 78
Bossé	42, 78	Kapur	38, 44, 78
Bouleau d'Afrique	47	Kasai	44, 79
Bubinga	42, 78, 86	Kempas	44, 79, 86
Cad	47	Keruing	44, 79, 86
Cassia	47	Kévazingo	86
Cedrela	47	Kondroti	39, 44, 79, 104
Cedro	42, 78	Kosipo	44, 79
Chengal	42, 78, 86	Kotibé	44, 78
Cocotier	47	Koto	15, 20, 39, 44, 64, 79, 104
Cœur Dehors	Voir Sucupira	Kouali	Voir Quaruba
Coïgue	42, 78	Landa	44, 78
Congotali	43, 78, 86	Lati	44, 79
Coula	86	Lauan Red	44, 79
Couratari	43, 78	Lauan White	39, 44, 79
Courbaril	43, 78	Lauan Yellow	44, 79
Cyprés	47	Limba	4, 31, 32, 39, 44, 79, 104
Dabéma	43, 78	Limbali	44, 78
Dattier	47	Longhi	44, 79
Dibétou	43, 78	Lotofa	44, 78
Difou	43	Louro Vermelho	44, 78, 86
Douka	Voir Makoré	Maçaranduba	44, 78, 86
Doum	47	Machang	39, 44, 79, 104
Doussié	43, 78	Mahogany	44, 78
Duabanga	39, 43, 79, 104	Makoré	44, 78, 105
Ébène verte	Voir Ipé	Manbarklak	44, 78, 86
Ebiara	43, 78	Manil	44, 78
Ekaba	43, 78		
Ekop	Voir Bomanga		

Mansonina	44, 78	Padouk	46, 78, 86, 107
Marupa	39, 45, 79, 104	Parcouri	46, 78
Mayapis	45, 78	Peroba de Campos	46, 78
Medang	45, 79, 104	Pinus	48, 88, 96, 99
Mengkulang	45, 78	Prosopis	48
Meranti Bakau	45	Pulai	39, 46, 79, 104
Meranti Dark Red	45, 78	Punah	39, 46, 79
Meranti Light Red	45, 78	Pyinkado	46, 78
Meranti Red	45, 78	Quaruba	38, 46, 78
Meranti White	45, 79, 104	Quebracho colorado	86
Meranti Yellow	45	Ramin	7, 15, 20, 39, 46, 79, 104
Merawan	45	Rengas	46, 78
Merbau	45, 78, 86	Resak	46, 79
Mersawa	45, 78	Rônier	48
Miama	86	Safukala	46, 79
Moabi	45, 78, 86	Saint-Martin-Rouge	46, 78
Movingui	45, 78, 86	Samba	Voir Obeche
Mukulungu	45, 78	Sapelli	1, 38, 46, 79
Muninga	45, 78	Sépétir	46, 79, 104
Naga	45, 78	Seraya White	46, 79, 104
Neem	48	Sesendok	39, 46, 79, 104
Ngaba	86	Simarouba	Voir Marupa
Niangon	38, 45, 78	Sipo	38, 46, 79
Niové	45, 78	Sougué	46, 79
Nkaga	86	Sucupira	46
Nyatoh	45, 78	Tali	46, 78, 86
Obeche	3, 4, 15, 20, 39, 45, 64, 79, 104	Tchitola	46, 79
Oboto	45, 78	Teak	46, 78, 89
Oguomo	86	Tepa	46
Ohia	39, 45, 79, 104	Thitka	46, 79
Okan	45, 78, 86	Tiama	38, 46, 79
Okoumé	45, 78, 103, 105, 106	Tola	46, 79, 81
Olon	45, 78	Virola	7, 15, 39, 46, 79, 104
Onzabili	4, 39, 45, 79, 104	Wacapou	46, 78
Ovèngkol	45, 78, 86	Walaba	38, 46, 78, 86
Ovoga	45, 78	Wapa	Voir Walaba
Ozigo	46, 78	Wengé	46
Ozouga	86	Yayamadou	Voir Virola
Padauk	46, 78, 86		

Achevé d'imprimer sur les Presses de
la Société d'Exploitation de l'Imprimerie COUESNON
77430 CHAMPAGNE-SUR-SEINE
Dépôt Légal : 2ème Trimestre 1986
